

# GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース



# 9月号

- 
- 283 **チャートを好むシダ植物ヒトツバ**  
—三重県志摩半島の鳥羽地域を例として— 内野隆之
- 
- 289 **平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (1)**  
**沿岸域地下水に係る調査・研究手法の動向調査及び情報**  
**収集** 小野昌彦
- 
- 292 **平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (2)**  
**IEA-GIA Annex 8 ワークショップとアジア地熱シンポジウム**  
シュレスタ ガウラブ
- 
- 295 **平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (3)**  
**持続的な地熱エネルギー利用のための地球化学的地熱資源**  
**評価手法と住民参加型地熱調査活動の検討** 最首花恵
- 
- 299 **平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (4)**  
**深部地質環境の長期安定性評価のための断層活動と水理地質**  
**特性との相互作用の解明に向けた国際共同研究打ち合わせ**  
大坪 誠
- 
- 303 **J.J. ライン著「中山道旅行記」邦訳 (その2)**  
—京都から美濃境まで— 山田直利・矢島道子
- 
- 313 **新人紹介** 朝比奈健太・三澤文慶・阿部朋弥・中村友梨江
-

# チャートを好むシダ植物ヒトツバ —三重県志摩半島の鳥羽地域を例として—

内野隆之<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

植生と地質は密接に関連することがある。例えば、かんらん岩や蛇紋岩といった超苦鉄質岩からなるアポイ岳(北海道)や早池峰山(岩手県)では特有な高山植物相を示すことが知られる。これらの山では超苦鉄質岩に多く含まれるマグネシウムやニッケルなどの金属元素によって一般植物の生育が阻害され(例えば、波多野・増沢, 2008), その結果、固有種が認められたり、高山植物が通常確認される高度より低い場所で認められたりする。また、炭酸塩鉱物からなる石灰岩の台地でも、固有種を含め特有な植物相を示す例が知られる(例えば、Shimizu, 1962, 1963)。このように植生と、超苦鉄質岩や石灰岩との関連性を議論した研究はいくつかあるが、その他の岩石との関連性についての研究例はほとんどない。

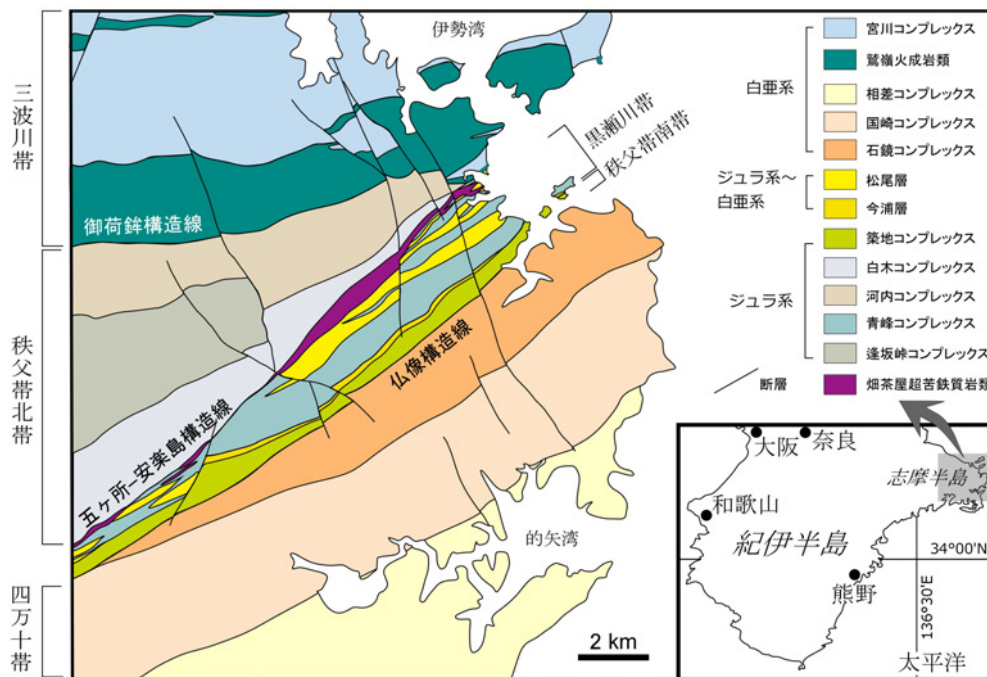
著者は、5万分の1地質図幅「鳥羽」(内野ほか, 2017)(以降、鳥羽図幅と呼ぶ)で中生代中期の担当として約200日の地質調査を行った。その中で、ヒトツバと呼ばれる

シダ植物が付加体中のチャートに特徴的に生えることを見出したので、その概要について報告する。

近年、異分野融合研究が注目されている中で、地質分野においても、地形、植生、文化などとの関連を議論する研究の推進が望まれている。異分野との融合は、これまでに無い新たな価値を生み出す可能性があり、本論が融合研究の基礎データとして、地質分野だけでなく他分野に少しでも貢献できれば幸いである。

## 2. 研究対象地域

鳥羽図幅の区画は三重県志摩半島の鳥羽市・伊勢市東部・志摩市北部に位置し、本図幅地域(以降、鳥羽地域と呼ぶ)は北から三波川帯、秩父帯北帯、黒瀬川帯、秩父帯南帯、四万十帯の地質帯に分けられる(第1図)。以下に、著者が担当した三波川帯、秩父帯北帯・南帯、黒瀬川帯の概要と、議論の対象であるチャートについて記述する。



第1図 鳥羽図幅地域における地質概略図。

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: チャート, ヒトツバ, 植生, 地質, 融合研究, 秩父帯, 黒瀬川帯, 三波川帯, 鳥羽

## 2.1 地質帯概要

鳥羽図幅を参考に各地質帯の概要を以下に記す。

**三波川帯**：苦鉄質岩を主とする鷲嶺火成岩類(御荷銻緑色岩類)と泥質片岩を主とする宮川コンプレックス(“三波川結晶片岩”)からなる。

鷲嶺火成岩類は秩父帯北帯のすぐ北側に南北幅約 3 km で分布するほか、本地域北部では宮川コンプレックスに挟まれるように南北幅 1 km 未満で狭長に分布する。同岩類は玄武岩(溶岩及び火山砕屑岩)のほか、ドレライト、斑れい岩、かんらん岩(一部、蛇紋岩)、斜長岩、苦鉄質片岩、角閃石岩からなる。

宮川コンプレックスは南北幅最大約 4 km で分布し、泥質片岩のほか、苦鉄質片岩、珪質片岩(変成したチャート)及び砂質片岩からなる。砂質片岩の砕屑性ジルコン U-Pb 年代とフェンジャイト K-Ar 年代から、本コンプレックスは後期白亜紀に付加したと考えられている。

**秩父帯北帯**：3つの地質単元に区分され、北から中期ジュラ紀付加体の河内コンプレックス(南北幅 2.5 km 未満)、前期ジュラ紀付加体の逢坂峠コンプレックス(南北幅 4 km 未満)、中期ジュラ紀付加体の白木コンプレックス(南北幅 2 km 未満)が分布する。いずれも玄武岩、石灰岩、チャート、泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層及び混在岩からなり、地質図規模で泥質岩を基質として玄武岩、チャートの岩体を含む混在相を示す。その中でも、河内コンプレックスは準片～片岩の産出で、逢坂峠コンプレックスは石灰岩の多産と低角構造で、白木コンプレックスは赤紫色玄武岩と整然層の多産でそれぞれ特徴付けられる。

**黒瀬川帯**：かつて秩父帯中帯とも呼ばれ、前～後期ジュラ紀付加体の青峰コンプレックス、前期白亜紀(一部、中～後期ジュラ紀)浅海層の松尾層のほか、黒瀬川帯を特徴付ける蛇紋岩・古生代火成岩・変成岩(以上、畑茶屋超苦鉄質岩類)、デボン紀浅海層(久長層)、ペルム紀浅海層(湯舟層)、約 200 Ma の結晶片岩(低谷コンプレックス)が分布する。

青峰コンプレックスと松尾層は南北幅 2 km 未満で数列にわたりサンドイッチ状に繰り返して分布する。青峰コンプレックスはチャート、泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層及び混在岩と僅かな玄武岩及び石灰岩からなり、秩父帯北帯の付加体と同様に地質図規模で混在相を示す。

松尾層は、整然相を示す砕屑岩(泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層、礫岩)からなり、アルコース質砂岩や円礫岩を含むことが特徴的である。泥岩からは貝・植物化石のほか、恐竜(通称、鳥羽竜)化石が発見されている。

**秩父帯南帯**：中～後期ジュラ紀付加体の築地コンプレク

スと中期ジュラ紀～前期白亜紀浅海層の今浦層からなる。

築地コンプレックスは南北幅 1 km 未満で分布し、チャート、砂岩、砂岩泥岩互層と少量の玄武岩及び混在岩からなる。側方に比較的連続性の良いチャートと砂岩が卓越することで特徴付けられる。

今浦層は、築地コンプレックスのすぐ北側に南北幅約 200 m で狭長に分布する。主に整然相を示す砕屑岩(泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層)からなり、いわゆる鳥巢式石灰岩を含むことが特徴的である。石灰岩からは珊瑚やウニなどの化石が、泥岩からは二枚貝やアンモナイトなどの化石が発見されている。

## 2.2 チャート

チャートは、深海底(海洋プレート上)に堆積した珪質な殻・骨格を持つ放散虫(動物プランクトン)などの遺骸を起源とした堆積岩である。海洋プレートが海溝域で沈み込む際に、チャートを載せたプレート表層部が剥ぎ取られ、陸源性の砂や泥といった海溝充填堆積物と混合し、付加体が形成される。その後、付加体は成長(厚化)によって隆起し、その結果、チャートは地表に露出する。



第2図 秩父帯北帯の河内コンプレックスの層状チャート。ハンマーの長さは 30 cm。

鳥羽地域のチャートは、ジュラ紀付加体中のレンズ～シート状の岩体(層厚 50 m 以上)あるいは岩塊(層厚 50 m 未満)として産する。単層厚が数～10 数 cm の珪質層と数 mm の泥質層が律動的に互層し、成層構造を示すことが多い(第2図)。主に灰色を呈するが、まれに赤色や淡緑色を呈する場合もある。数 10 $\mu$ m 径の微晶質な石英の集合体からなり、しばしばセリサイトを伴う黒色シーム状の圧力溶解劈開が形成される。また、0.1～1 mm の石英細脈が発達し、その際、緑泥石を随伴することもある。まれに、放散虫化石が認められる。

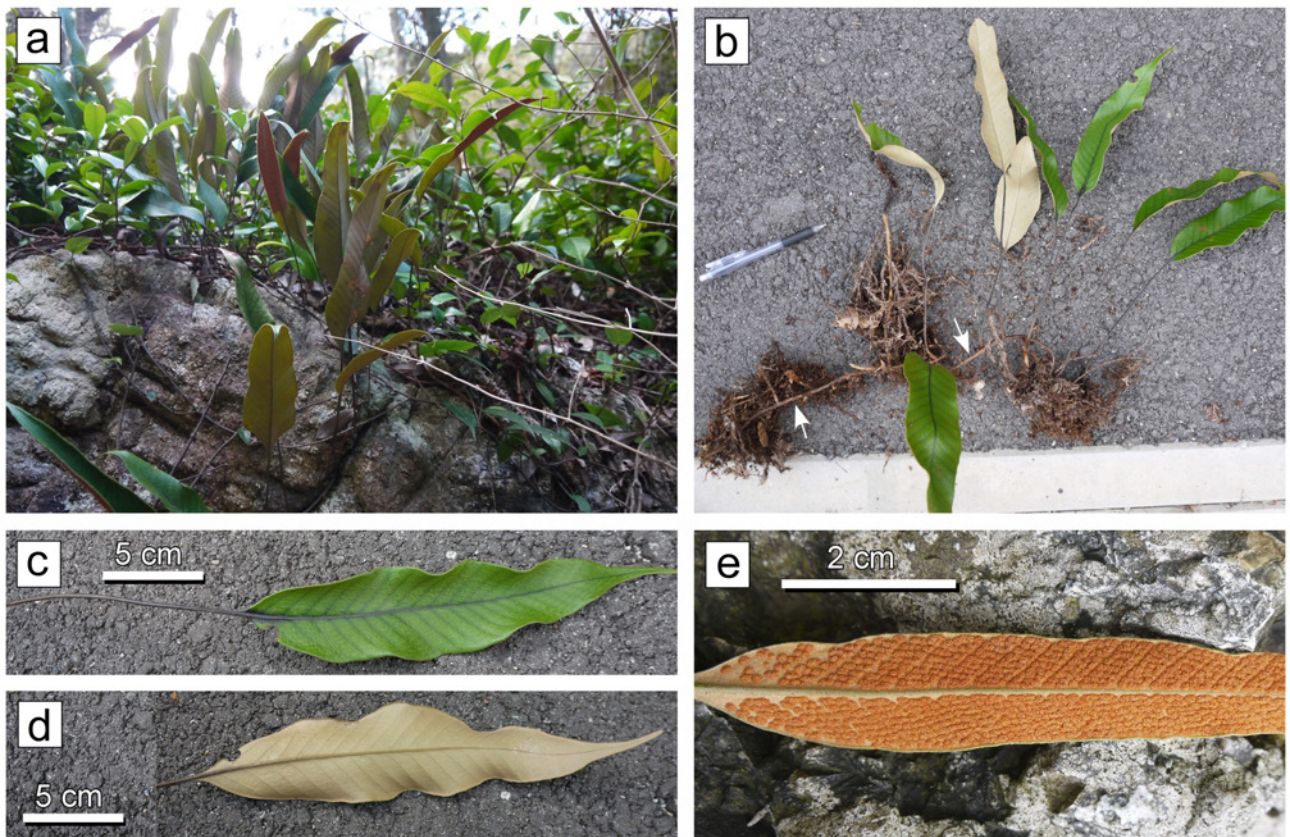
チャートの全岩 SiO<sub>2</sub>(二酸化ケイ素)量は 90%以上に及ぶ(例えば、堀ほか, 2000)。チャートのほとんどを構成する石英(化学組成は SiO<sub>2</sub>)は、モース硬度が 7 で一般的な岩石を構成する主要鉱物の中で一番硬い。また、チャートの組織は緻密で空隙率・吸水率が低い。例えば、吸水率については、玄武岩が 0.1～9.9、石灰岩が 0.1～4.1、泥岩が 0.2～6.1、砂岩が 0.7～13.8 であるのに対し、チャートは 0.1～3.0 である(小島・中尾, 1995)。このような特性から、チャートは、付加体中に産する他の岩石(玄武岩、石灰岩、珪質泥岩、泥岩及び砂岩)に比べ圧倒的に硬く、風化・変質に強い。そのため、海岸や尾根など

ではノッカー地形として突出して産することが多い。

### 3. ヒトツバの記載

ヒトツバ(学名:*Pyrrhosia lingua* (Thunb.) Farw.; 漢名: 石葺(せきぎ)は、ウラボシ科ヒトツバ属に属する常緑性シダの一種であり、関東以西の本州から琉球諸島、朝鮮半島南部、揚子江以南の中国各地・台湾、インドシナ半島に分布する(岩槻編, 1992)。森林内のやや乾燥した場所(岩石や樹幹上)に生え、鳥羽地域ではそのほぼすべてが岩石に着生している(第3図 a)。匍匐茎と呼ばれる、地面を這って生息域を広げるための硬質な褐色根茎を有し、茎の様々な場所から根と葉柄を出す(第3図 b)。茎径は 3 mm 程度で、茎全体に細かい披針形の鱗片を密に着ける。

葉は立ち上がった単葉で革質である。葉柄と葉身はいずれも高さ最大 20 cm で、葉柄の径は 2 mm 程度、葉身の幅は最大 5 cm である。葉柄は暗紫～暗褐色を呈し、径数 100  $\mu$ m の淡褐色の星状毛がまばらに生える。葉身の形は一般に狭披針形であるが、中には広線形や広披針形のものもある。葉は全縁である。葉の先端は鋭尖頭、基部は漸鋭尖形～くさび形を示す(第3図 c)。葉身の表面は全体に緑



第3図 (a) 岩石に着生するヒトツバ。(b) ヒトツバの根茎と葉柄・葉身。矢印は匍匐茎を指す。ペンの長さは 14 cm。(c) 葉身の表面。(d) 栄養葉の葉身の裏面。(e) 孢子葉裏面に密生する孢子囊群。

～濃緑色を呈し、星状毛がまばらに生える。裏面には表面や葉柄より細かい星状毛が密生し、そのため全体に淡褐色を呈する(第3図d)。胞子葉では、赤褐色の胞子囊群が密に発達する(第3図e)。側脈は主脈から羽状に分岐し、平行に葉縁まで達する。主脈・側脈ともに暗紫～暗緑色を呈する(第3図c)。細脈は見え辛いが側脈間を直角方向に2～3mmの間隔で結ぶ。

利尿効果があり、中国では腎炎の治療に用いられるほか、慢性気管支炎にも効果があるとされている(Shing, 1983)。

ちなみに、岐阜市の<sup>きんかざん</sup>金華山(標高329m)にはヒトツバが群生することで知られ、松尾芭蕉は「夏来ても ただ一つ葉の <sup>ひとは</sup>一葉かな」と詠み、自身の境涯を通年単葉であるヒトツバに重ね合わせている。

## 4. ヒトツバとチャートの関係

### 4.1 ヒトツバの分布状況

鳥羽地域では、ヒトツバはほとんどチャート上に生える。したがって、チャートが比較的多く産する秩父帯北帯・南帯と黒瀬川帯ではヒトツバの分布が多く、一方、チャートの産出が少ない三波川帯ではその分布が少ない。

ヒトツバは、チャートの露頭及び転石(概ね、短径数m)の基本的に上面に群生し、30箇所以上でそれを確認した(第4図a-d)。上面の傾斜が45度くらいまでであれば匍匐茎が横走り群生する。岩石側面など急傾斜面であっても、岩石上に割れ目やある程度の凹凸があれば匍匐茎が取付き、急傾斜面に群生することもある。

チャート以外にヒトツバが生える例として、秩父帯北帯白木コンプレックスと三波川帯鷲嶺苦鉄質岩類(御荷鉾緑色岩類)の玄武岩上に生える例を1箇所ずつ確認している(第4図e)。

他地域については、データがほとんどないので、ヒトツバとそれが生える岩石との関連は不明であるが、前述した岐阜市の金華山ではやはりチャート上にヒトツバが群生する(第4図f)。ちなみに、チャートが全く産しない紀伊半島南部においては、砂岩上に生える例を確認している(第4図g)。

### 4.2 ヒトツバがチャートを好む理由

チャートは緻密で硬く、風化に強い岩石である。このことは、チャートが風化土壌を形成させにくいことや、降雨後も素早く乾燥状態を回復させる、といった特性につながる。この物理的特性が、比較的乾燥した環境を好むヒトツ

バにとって好都合であったと考えられる。換言すれば、他の植物が好まない環境に適応したのがヒトツバであったともいえる。一方、ほぼSiO<sub>2</sub>からなる(ケイ素が豊富である)チャートの化学的特性がヒトツバの生育に寄与しているのかどうかは現段階では不明である。

チャートが全く産しない地質帯でも、実際にはヒトツバは生育している。その場合、その地域(地質帯)でどのような岩石を選択しているのかはデータがないため不明であるが、これについては今後の報告・研究に期待したい。

## 5. ヒトツバとチャートとの関連性の意義

地質調査では通常、川、海岸、道沿いなどの露頭を目視あるいはハンマーで割った岩石片を観察することで岩種の判定を行う。アクセスが困難な急斜面や崖などの露頭であっても、露出した岩石の形状、色、構造などの特徴を基に、遠方から岩種を判定できる場合がある。風化に対する抵抗性の高いチャートは比較的それがしやすい岩石であるが、地衣類の被覆など露頭状況が悪ければやはり判定は困難になる。

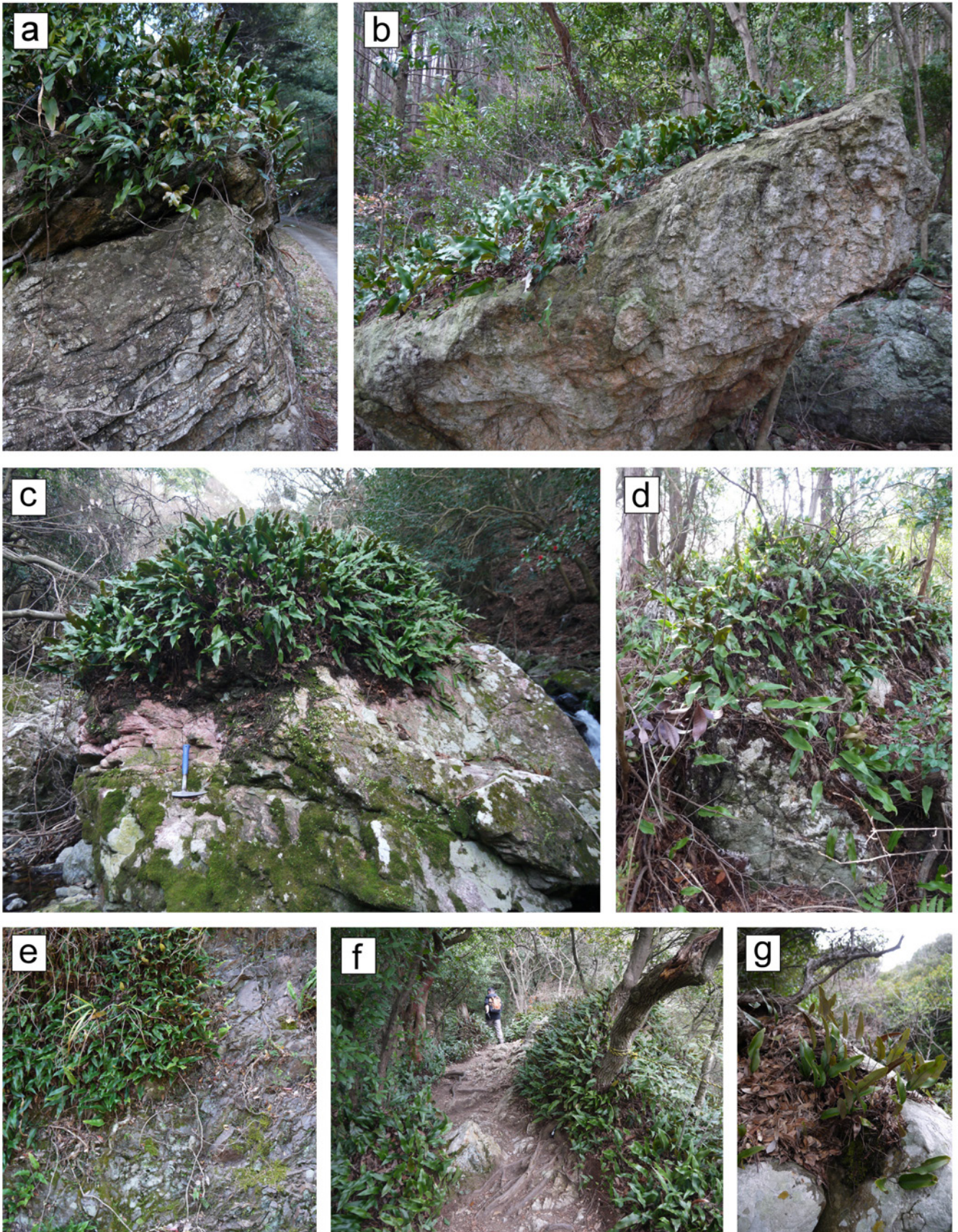
地域的な特有性を考慮する必要はあるが、少なくとも鳥羽地域では、上述したヒトツバとチャートとの関連性を認識・利用することで、遠方からのチャート判別の精度を上げることができる。それはすなわち、安全かつ効率的な地質調査につながるという点で意味がある。このことは、チャートが多く分布する他地域でも適用できる可能性がある。

なお、この関連性の科学的根拠については、今後、他地域での状況を含め、より多くの事例収集に加え、植物学(植物地理学、植物生理学など)と地質学(岩石力学、地球化学など)を融合して明らかにしていく必要がある。

## 6. まとめ

- ・鳥羽地域ではヒトツバはチャート上に生えることが多い。
- ・ヒトツバの生育環境にはチャートの風化に強いという岩石特性が関わっている可能性がある。
- ・この関連性の利用は、野外における遠方からのチャート判別に寄与できる。

**謝辞：**国立科学博物館植物研究部の海老原 淳博士には原稿を読んでいただくとともに、有益なコメントをいただいた。記して、感謝を申し上げる。



第4図 各種岩石に着生するヒトツバ。(a) 鳥羽市松尾町登南西方の林道で見られる黒瀬川帯青峰コンプレックスの灰色層状チャート転石。(b) 青峰山北斜面で見られる青峰コンプレックスの灰色層状チャート転石。(c) 島路川河床で見られる秩父帯北帯河内コンプレックスの赤色層状チャート転石。岩屋谷出合付近。(d) 伊勢市朝熊町北方の道路沿いで見られる三波川帯宮川コンプレックスの珪質片岩(変成したチャート)。(e) 志摩市神路ダム西方の道路沿いで見られる秩父帯北帯白木コンプレックスの赤紫色玄武岩。(f) 美濃帯の灰色～赤色層状チャートからなる金華山(岐阜市)の登山道。(g) 和歌山県西牟婁郡さみ町の海岸で見られる四万十帯牟婁群の砂岩。

文 献

- 波多野肇・増沢武弘（2008）白馬山系蛇紋岩地の土壤特性と高山植物群落. 日本生態学会誌, **58**, 199-204.
- 堀 利栄・樋口 靖・藤木 徹（2000）付加体層状チャート—化学組成からのアプローチ—. 地質学論集, no. 55, 43-59.
- 岩槻邦男編（1992）日本の野生植物 シダ. 平凡社, 東京. 516p.
- 小島圭二・中尾健児（1995）地質技術の基礎と実務. 鹿島出版会, 東京. 391p.
- Shimizu, T. (1962) Studies on the limestone flora of Japan and Taiwan. Part I. *Jour. Fac. Text. Sci. Techn. Shinshu Univ. ser. A.*, **11**, 1-105.
- Shimizu, T. (1963) Studies on the limestone flora of Japan and Taiwan. Part II. *Jour. Fac. Text. Sci. Techn. Shinshu Univ. ser. A.*, **12**, 1-88.
- Shing, K. H. (1983) A reclassification of the Fern Genus *Pyrrosia*. *American Fern Jour.*, **73**, 73-78.
- 内野隆之・中江 訓・中島 礼（2017）鳥羽地域の地質. 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, 141p.



内野隆之（うちの たかゆき）

山口県生まれ。北海道大学大学院理学研究科博士後期課程修了。総合電機メーカー社員、産総研特別研究員を経て、2011年に産総研に入所。中・古生代の付加体を専門とし、陸域地質図幅及び20万分の1日本シームレス地質図の作製のほか、東アジア縁辺域における中・古生代の構造発達史について研究している。

UCHINO Takayuki (2017) Pteridophyte (*Pyrrosia lingua*) selecting chert as a habitat -an example in the Toba District, Mie Prefecture-.

(受付：2017年4月5日)



# 平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (1)

## 沿岸域地下水に係る調査・研究手法の 動向調査及び情報収集

小野昌彦<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

島嶼からなる日本では、大都市の多くが沿岸域に位置している。このような沿岸域の地下に賦存する地下水は、都市の経済発展を支える重要な資源として活用されてきた。その一方で、地下水の揚水量が増加し、降水によりもたらされる涵養量を超えた状態(過剰揚水)となったことで、地盤沈下や塩水化といった地下環境問題が沿岸域において発生した。近年では、高レベル放射性廃棄物の地層処分や二酸化炭素の地中貯留といった地下空間を利用する事業においても、沿岸域やその場に存在する地下水が重要な要素の1つとして考えられている。

このように沿岸域の地下水は、水資源の有効利用、適切な地下水管理、あるいは地下環境の評価において重要な役割を担うもので、その実態を把握するために数多くの調査・研究がなされてきた。一方で、科学的知見は蓄積されつつあるものの、未だ日本国内における沿岸域地下水の一般性を見出すには至っていないことから、今後もさらなる調査・研究が必要である。そこで筆者は、沿岸域地下水に係る最新の調査・研究手法の動向調査と、地下水情報の整備・管理・発信に焦点を当てた情報収集のため

に、American Geophysical Union 2016 Fall Meeting (以下、AGU とする)への参加と、U. S. Geological Survey, San Diego (以下、USGS とする)及び Scripps Institution of Oceanography (以下、Scripps とする)への訪問を行った。本稿ではその成果について報告する。

### 2. AGU

AGU では自身の研究成果をポスターで発表した後、会場にて最新の調査・研究手法の動向調査を行った(写真1)。ポスター発表では、富士山から駿河湾沿岸域に至る地下水流動系の解明と希ガス類を用いた地下水年代評価の結果を発表し、海外の研究者と議論した(写真2)。駿河湾沿岸域における地下水質が、鉛直方向に急激な変化を示し、その上で希ガス年代が塩淡境界面において最も古く、下位で若くなるという結果は、非常に興味深いというコメントを頂いた。

地下水に係る最新の調査・研究については、希ガス類に基づく地下水年代測定手法の開発あるいは高度化といった内容が多く見られた。中でも特筆すべきはクリプトン(Kr)を用いた地下水年代評価手法の開発である(Mueller *et al.*,



写真1 AGU のポスター会場の様子

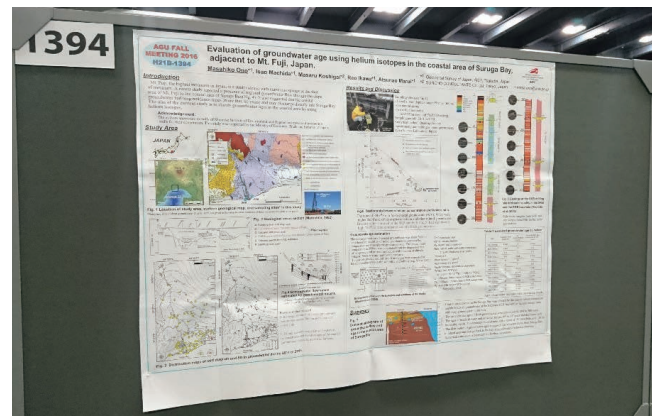


写真2 AGU における筆者のポスター

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：廣川研究助成事業、沿岸域、地下水、動向調査、情報収集

2016). Krは希ガス類の一種であり、地下水年代トレーサーの1つとして知られていた。しかし、地下水中に存在する量が微量であることから、分析に必要なKr量を集めるためには $10\text{ m}^3$ 程度の多量の地下水試料が必要となるため、現場での適用事例が限られていた。Muellerらの発表は $^{85}\text{Kr}$ (半減期約11年)と $^{81}\text{Kr}$ (半減期約23万年)に着目したもので、機器の分析精度を向上させて少量の地下水試料( $0.1\text{ m}^3$ 以下)であってもKrを定量できるシステムを構築していた。また、その分析手法を用いてイスラエルの帯水層における地下水年代評価を行っており、今後もその適用事例を増やすことを目指していた。 $^{85}\text{Kr}$ で評価できる年代は数年~数十年であり、日本で主に利用されている浅部の地下水が流域内を流動する時間スケールと一致することから、流域内での地下水管理を考える上で有効な年代トレーサーといえる。また $^{81}\text{Kr}$ により評価できる地下水年代の幅は、地層処分で重要視される十万年程度の時間スケールと一致しており、従来の古い地下水年代を評価するトレーサー( $^{36}\text{Cl}$ や $\text{He}$ )とも併用できるため、今まで以上に信頼性の高い地下水年代測定と長期安定性評価に繋がることが期待される。現時点において $^{85}\text{Kr}$ を用いた研究は、日本国内でも事例が蓄積されつつある(例えばKagabu *et al.*, 2017)が、 $^{81}\text{Kr}$ を用いた研究については目立った事例がないことから、更なる情報収集と適用可能性の検討が必要である。

### 3. USGS

USGSではWesley R. Danskin博士を訪ねた。同氏は水文地質学者であり、サンディエゴにおける沿岸域の地質構造、地下水流動、水収支を解明するための研究を行っている。写真3はUSGSが行っている掘削調査の様子、写真4は掘削調査後に設置された観測井の内部を撮影したものである。Danskin博士は掘削調査によって地質の状況を明らかにした後に、地下水位や水質等をモニタリングするための観測井の設置を行っている。今回見学した観測井では、1地点につき4つの異なる深度の水圧、水質等を測定しており、場所によっては深度600mにもおよぶ深部地下水のモニタリング体制が整っていた。このような観測井が、サンディエゴの沿岸域だけで12地点設けられており、観測の概要はUSGSのWEBサイトで紹介されている(USGS, San Diego Hydrogeology)また、地下水データの一部は、USGSのデータベースであるNational Water Information System(USGS, 2001)を介して発信されている。産総研が刊行している水文環境図に関しても、将来的なWEB配



写真3 USGSが行っている掘削調査の様子



写真4 USGSの観測井の様子

信や数年ごとのデータ更新なども視野に入れていることから、このような地下水の観測体制やWEBデータベースへのフィードバックの形は大いに参考となる。

さらに今回の訪問で、Danskin博士が沿岸域における地下水湧出現象に着目していたことが分かった。特に、筆者が研究テーマのひとつとして取り組んでいる $^{222}\text{Rn}$ (ラドン)トレーサーを用いた海底湧水の調査手法に興味を示していた。現時点では $^{222}\text{Rn}$ を用いた予備調査を始めたばかりとのことであったが、今後本格的な調査を進める段階では、我々の海底湧出地下水の調査手法の適用など、将来的な共同研究への発展も模索できそうである。

### 4. Scripps

今回のサンディエゴ滞在中に、幸いにもDanskin博士と同行する形でScrippsを訪問する機会を得た。同研究所では海洋物理探査を専門とするSteve Constable博士の研究グループを訪ねた。Constable博士からは、海洋電磁探査によるガスハイドレート及び海底地下水の検出などの研究について紹介を受け、その後に各種の調査機器を見学した(写真5)。また、筆者が駿河湾沿岸域で行っている海



写真5 Scrippsの海洋物理探査用機器

底湧水の研究を紹介した後に、駿河湾のような急斜面の海底面で且つ漁業が盛んな地域を対象とした淡水地下水の探査はどのような手法が適当であるかについて助言を得た。研究室を訪問した後は、同時期に Scripps で開催されていた Seafloor Electromagnetic Methods Consortium (SEMC) にも参加する機会を得て、最新の海洋物理探査研究について情報を収集した。

## 5. おわりに

本助成事業で得られた情報は、日本国内における沿岸域地下水研究をより発展させることが出来るものであった。前述のように、Kr を用いた地下水年代評価の手法は、流域における水資源管理や地層処分事業における長期安定性評価に係る重要なツールとなり得るものであり、今後も継続して情報収集を続けていく必要がある。海洋物理探査手法についても、沿岸域海底下に存在する地下水を面的に調査する上で必要となるため、引き続き情報収集を行う。さらに、USGS が沿岸域を対象に行っている調査・研究の実施体制や、現地地下水情報を WEB で発信する仕組みについては、今後の水文環境図の整備や地下水情報の発信方法を考える上で参考にしたいと考えている。最後に、本助成事業で得られたコネクションを大切に、今後の自身の研究活動を発展させていきたいと思う。

**謝辞：**Danskin 博士には、訪問前から現地滞在期間中にあらゆる面で大変お世話になった。また、Constable 博士には貴重な時間を割いて頂き、有益な助言を頂いた。地圏資源環境研究部門の井川怜欧主任研究員には、USGS 訪問に

際して Danskin 博士を紹介してくださり、訪問に際して多くのアドバイスを頂いた。以上の皆様に厚く御礼申し上げます。また今回の訪問は平成 28 年度廣川研究助成を受けて実施することができました。本助成事業に関係する皆様に深く御礼申し上げます。

## 文 献

- Kagabu, M., Matsunaga, M., Ide, K., Momoshima, N. and Shimada, J. (2017) Groundwater age determination using  $^{85}\text{Kr}$  and multiple age tracers ( $\text{SF}_6$ , CFCs, and  $^3\text{H}$ ) to elucidate regional groundwater flow systems. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, **12**, 165–180.
- Mueller, P., Bailey, K., Bishof, M., O'Connor, T. P. and Zappala, J. C. (2016) Tracing young and old groundwater using Atom Trap Trace Analysis. *American Geophysical Union 2016 Fall meeting abstract*, H21B-1402.
- USGS San Diego Hydrogeology, <https://ca.water.usgs.gov/sandiego/> (2017 年 6 月 29 日確認)
- USGS (2001) National Water Information System, <https://waterdata.usgs.gov/nwis> (2017 年 6 月 29 日確認)

ONO Masahiko(2017) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2016 fiscal year: trend survey and collecting information of current methods for investigation and research of coastal groundwater.

(受付：2017 年 7 月 4 日)

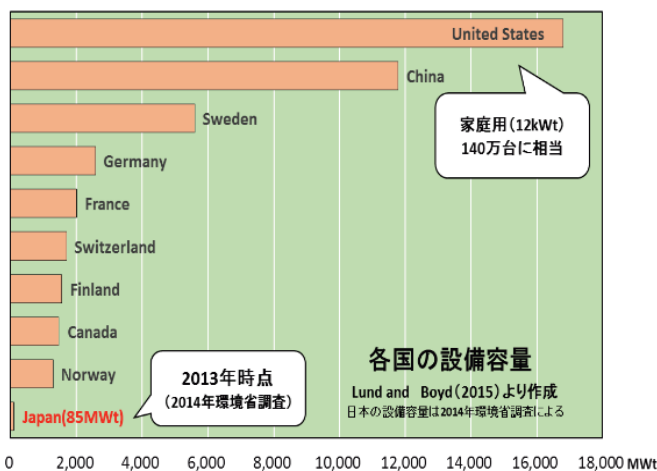
# 平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (2)

## IEA-GIA Annex 8 ワークショップと アジア地熱シンポジウム

シュレスタ ガウラブ<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

地中熱利用ヒートポンプ (GSHP) システムは、浅層地下 (20 m ~ 100 m) との熱交換により、冷暖房や融雪などを行う未利用熱の利用技術です。ヒートアイランド抑制効果及び消費電力量や CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の高い GSHP システムの普及率は欧米諸国と比べて日本ではまだ遅れている状況です (第 1 図)。日本における GSHP システムの設置件数は、2011 年以降急増していますが、2016 年 3 月までの総数は 2,230 となっています (環境省, 2016)。



第 1 図 各国の地中熱設備容量 (地中熱利用促進協会ホームページより転載)

GSHP システムの普及が進んでいる欧米諸国における地中熱研究や技術の勉強・習得、及び日本を含むアジア諸国における GSHP システムの現状と普及への課題を把握するため、2016 年 11 月 17 日にタイのチェンマイで開催された「IEA-GIA Annex 8 ワークショップ」、そして、翌 18 日から 20 日まで開催された「第 11 回アジア地熱シンポジウム」に出席しました (写真 1)。IEA-GIA Annex

8 ワークショップは国際エネルギー機関 (International Energy Association) 地熱エネルギー実施協定 (Geothermal Implementation Agreement) の技術分野別アネックスの一つ「直接利用アネックス」が主催となっております。アジア地熱シンポジウムは、産総研の再生可能エネルギー研究センター及び地圏資源環境研究部門、タイの地下水資源局と韓国地質資源研究院 (KIGAM) の共催で行われました。本稿では、2つの会議で取り上げられた地中熱利用の話題について報告します。

### 2. 会議の報告

2つの会議では、地中熱利用に関して、アジアからは日本、韓国、中国、タイ、ベトナム、欧米からはスイス、米国、ドイツ、ノルウェーから発表がありました。

#### 2.1 IEA-GIA Annex 8 ワークショップ

IEA-GIA Annex 8 ワークショップでは、地中熱利用の普及の障害となるバリアを主なテーマとして講演とディスカッションが行われました。世界では、地域熱供給や工業プロセスなどで地中熱が利用されていることがわかりました。

スイスからの発表では、地中熱を利用して地域熱供給を行うプロジェクトについての説明がありました。また米国からは、スタンフォード大学でも地域熱供給の事業が実施されているという発表がありました。本事業でも 2020 年から地中熱を利用する予定があるということが示されました。ドイツからは地下水を利用したシステムと地下鉄で設置された GSHP システムの話がありました。日本でも、鉄道トンネルでコイル型水平熱交換器を埋設して、空調に地中熱を利用した導入例が一つあります (三菱マテリアル, 2013)。

アジア地域、特に日本と韓国からは、GSHP システム普

1) 産総研 エネルギー・環境領域 再生可能エネルギー研究センター

キーワード：廣川研究助成事業、地中熱利用、IEA-GIA、アジア地熱シンポジウム



写真1 全体集合写真. 会場のチェンマイ・オーキッドホテルの前（写真提供：タイ地下水資源局）

及の障害となるバリアについて発表がなされました。政策のバリア，社会的バリア（認知度），法制度のバリア，経済的バリア（導入コストなど），技術面に関連するバリアなどについて，各国から報告がありました。また，それぞれの発表内容について，主催者から会場の参加者にアンケート（スコアシート）が配布され，各国においてどのバリアがGSHPシステムの普及の障害となっているのかを数値（%）で評価する取り組みがありました。

日本からは，地中熱利用促進協会の笹田理事長から発表がありました。日本では高い初期コストが最大のバリアであり，認知度や他のバリアについても詳細な報告がありました。

韓国からは，国の政策と補助金制度についての発表がありました。韓国では，2004年に設立した再生可能エネルギー利用の義務化に関する法律と補助金制度によってGSHPシステムの普及が進みました。一方で，このような制度がなくなると設置件数が増加しなくなる可能性について話がありました。

タイとベトナムについては，産総研の安川統括研究主幹（再生可能エネルギー研究センター，当時）とCCOP（Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia）会長のAdichat Surinkum博士から，CCOP地下水プロジェクトのサブプロジェクトとして東南アジアで実施されている地中熱研究，及びタイとベトナムに設置されたGSHPシステムの紹介がありました。発表の中で，熱帯地域であっても，地中熱を利用することで

効率的に冷房を行えることが示されました。中国の担当者は欠席だったので，詳細な実情は把握することができませんでした。

## 2.2 アジア地熱シンポジウム

アジア地熱シンポジウムでは，主に地熱に関する発表が多くありました。地中熱利用に関しては，産総研とノルウェーから2つの発表がありました。産総研からは，自噴井を利用したGSHPシステム（セミオープンループシステム）の開発と会津盆地における適地評価についてシュレスタが発表しました（写真2）。地下水の熱エネルギーを利用することで高効率GSHPシステムの構築が可能であることを説明し，活発な質疑応答が行われました。

ノルウェーからは，地中熱利用も含まれたZero Emission / Energy Building (ZEB)の話がありました。新築住宅，公共施設や商業施設では，GSHPシステムの導入が広く進められており，近年は太陽熱，地中熱，太陽光発電システムのような再生可能エネルギーを組み合わせたZEBプロジェクトが実施されています。ZEBでは，集めた太陽熱を地中熱交換井に保管し，地中熱を利用するというユニークな取り組みが紹介されました。

## 3. おわりに

今回の会議では，韓国の再生可能エネルギー利用義務化の法律と高い補助金，そして，欧米では地域熱供給システ



写真2 会場内の発表様子。発表者はシュレスタ（写真提供：タイ地下水資源局）

ムに地中熱も利用していることが最も印象的でした。韓国と欧米での技術や政策を直接日本に適用することはできませんが、その制度やプロセスを学ぶことで、日本の地質、気候と地下環境に適応した GSHP システムの開発・普及に貢献できると考えられます。また、日本において GSHP システムの普及を阻害する最大のバリアとなっている高い初期コストと運転コストの削減、及び地下環境に適した高効率システムの開発のために、地中熱チームが取り組んでいる広域における地中熱ポテンシャル評価とポテンシャルマップの作成が大いに役立つものと考えられます。

東南アジアで実施されている地中熱実証研究の結果は、タイとベトナムにおける地中熱ポテンシャル評価やポテンシャルマップの作成に役立ちます。そのため、アジアへの研究展開を目指して今後これらのデータや情報を収集していきたいと考えております。

**謝辞：**地質調査総合センターの廣川研究助成の援助により、この度 IEA-GIA Annex 8 ワークショップとアジア地熱シンポジウムへ参加することができました。このような機会をいただきました関係者の皆様に深くお礼申し上げます。

## 文 献

- 地中熱利用促進協会ホームページ <http://www.geohpaj.org/introduction/index1/disadv> (2017年7月26日確認)
- 環境省 (2016) 地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査の結果について、平成27年1月27日環境省報道発表資料、<http://www.env.go.jp/press/100271.html> (2017年7月12日確認)
- 三菱マテリアル (2013) 地中熱利用システム技術が日本で初めて鉄道トンネル事業(小田急電鉄複々線化事業)に採用、2013年7月17日プレスリリース、<http://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2013/13-0717.html> (2017年7月26日確認)

---

SHRESTHA Gaurav (2017) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2016 fiscal year: IEA-GIA Annex 8 Workshop and Asia Geothermal Symposium.

---

(受付:2017年7月13日)

# 平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (3)

## 持続的な地熱エネルギー利用のための地球化学的 地熱資源評価手法と住民参加型地熱調査活動の検討

最首花恵<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

筆者は 2014 年に開所した福島再生可能エネルギー研究所 (FREIA) において、地球化学をベースに、地熱エネルギーの研究 (以下、地熱研究) に取り組んでいる。平成 28 年度廣川助成金事業により、2016 年 8 月 2 日から 17 日まで、アメリカ合衆国における研究活動の機会をいただいた。本稿は、その研究活動の報告である。

### 2. 渡米の目的と背景

今回の渡米期間には、地熱研究における社会科学と地球化学の新しい可能性を模索した。持続的な地熱エネルギー利用のためには、科学技術から社会経済まであらゆる観点から、地熱資源量や地熱開発事業を評価することが重要である。本研究活動は、その手法やシステム構成を検討する手掛かりを得ることを目的とした。

近年、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、各事業の社会受容性に関する議論が広がっている。特に日本では、以前から新規の地熱資源開発による国立公園や既存温泉への影響を懸念する声が少なくない。地熱利用に関し、社会の理解と受容性を得ることは非常に重要である。Soma *et al.* (2015) は、地熱開発事業の社会受容性獲得を目指し、総合設計 (Overall System Design, OSD) モデルを提案した。OSD では、科学技術から社会経済まであらゆる要素を用い、地熱資源利用法を段階的・総合的に評価検討することで、ステークホルダーの理解促進を図る。現状の OSD は概念モデルであるため、次の段階として、OSD に組み込むデータベースの作成、評価手法の確立、評価システムの設計、などが必要である。特に地熱資源開発に対する社会の理解度・期待度・満足度などに関し、段階的な把握と評価のためのデータや手法は欠かせない。本研究において、地熱資源利用が活発なアメリカの社会状況を学ぶこ

とにより、日本の社会状況や OSD の構成をより客観的に捉え検討することができると考えた。

地球化学は、地熱研究の中でも熱水起源の解明や地熱スケール対策の技術開発などを得意としてきた。しかし筆者は、地熱研究における地球化学的アプローチは、より幅広く汎用的であり得ると考えている。地熱資源とは地殻内部の「熱」と「水」であり、地熱資源量は地下の温度(熱がどれだけ存在するか)と岩石透水性(水がどれだけ流れるか)に大きく依存する。地殻内部の普遍的な化学反応に、鉱物の溶解析出反応がある。析出した鉱物は、地殻流体の流路である岩石き裂に沈殿し、その空間を埋め、最終的には鉱物脈を形成する。つまり、鉱物析出反応は岩石透水性、ひいては地熱資源量の時空間変化を支配している可能性がある。筆者はこれまでの研究で、地熱地域の透水域-不透水域境界の形成に顕著なシリカ鉱物析出反応が影響している可能性を示唆した (Saishu *et al.*, 2014)。今回、アメリカの地熱研究に関わる地球化学者と直接議論することにより、研究協力体制を整え、研究方針をより深く幅広く検討できると考えた。

### 3. Rico & Pagosa Springs (コロラド州)

Rico はコロラド州南西部の標高約 3,200 m にある、基本人口約 200 人の町である。夏でも涼しく、朝晩には厚手の長袖が必要なほどだった。1879 年より鉱山事業で栄えたが、公害など資源開発の負の面も経験し、現在はその古い町並みを残す観光地となっている。夏季には避暑・アウトドア・創作活動の拠点として、一時的に人口が増える (Rico, 2017)。町内の川沿いには温泉が湧出しており (写真 1)、地元ではその地熱資源の利用が検討されているが、実用化には至っていない。

コロラド鉱山大学の中川昌美准教授の研究グループでは、Rico の地熱資源利用の可能性について、現地調査と

1) 産総研 エネルギー・環境領域 再生可能エネルギー研究センター

キーワード：廣川研究助成事業、地熱エネルギー、シリカ鉱物、社会受容性

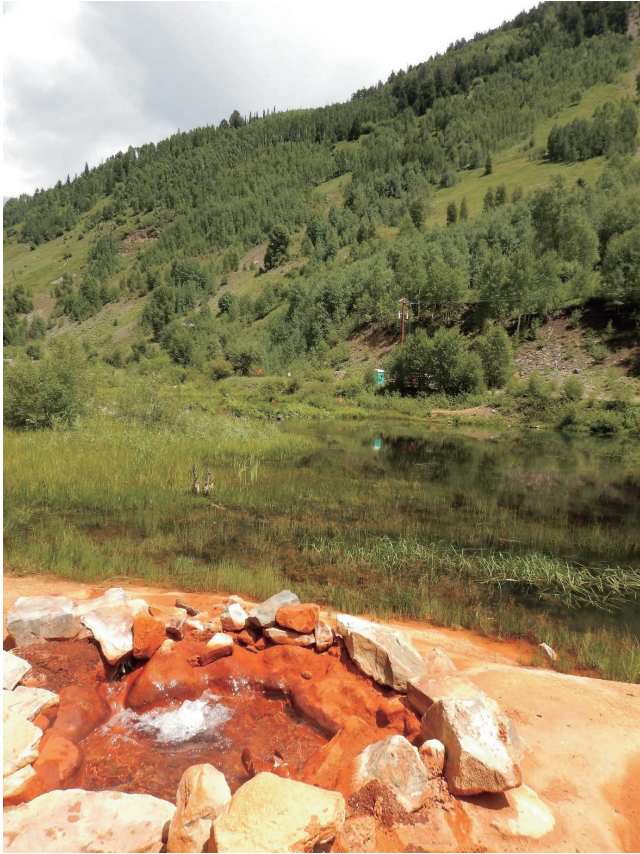


写真1 Ricoの自然湧出の温泉の風景

地元交流に関する研究活動を行っている。筆者は中川グループを中心とした地熱調査活動に同行し、Ricoを訪れた。現地では主に、地熱利用に関するヒアリング調査において、東北大学のKyle Bahr助教と土屋範芳教授の研究グループの学生、電中研の窪田ひろみ氏、と活動を共にした。筆者と学生はBahr助教と窪田氏から事前に社会調査の基本を学んだうえで、Bahr助教主体の実調査に同行した。Ricoでは10人以上のヒアリングに同席したが、内容は予想以上に千差万別で、毎回、調査のノウハウや住民の地熱に対する意識について何かしら新しく学ぶことがあった。

8月8日にはコロラド鉱山大学主体の報告会に参加した。中川グループではRico調査の見学会や報告会といった住民参加型地熱調査活動も行っている。今回の報告会では、まずコロラド鉱山大学及び東北大学のメンバーからRicoの地熱資源調査と社会科学調査の結果についてそれぞれ報告があり(写真2)、その後は交流のための自由時間が設けられた。参加住民は研究者と終始意見交換を行っており、興味関心の高さがうかがえた。東北大学の学生を主体とし、折り紙など日本文化の紹介も行った。特に、学生が参加住民の名前を漢字の当て字で書いた名札は大好評だった。綺麗でわかりやすい意味の漢字を選ぶのには少々苦労



写真2 Rico町内における研究報告会

していたようだ。

8月10日には日帰りでPagosa Springsに行った。目的はRico同様のヒアリング調査と地熱資源利用システムの見学であった。Pagosa SpringsはRicoの約100km南東に位置する人口約1,800人の町で、名前のとおり温泉の湧出するスパリゾート地である。Ricoからは車で片道約2.5時間、標高が低くなるにつれ、夏らしい暑さになった。町では一括して地熱資源を管理しており、生産井から利用施設への熱水供給システムが整備されている。到着して最初に目に入ったのは、川沿いの温泉スパ施設であった(写真3)。遠くからでも目立つ大きな半透明のドームは、農業用の温室だった(写真4)。個人経営のビール店では、地下工場で地熱を利用して作ったビールを地上の飲食店で提供していた。冬季には店舗周辺の融雪にも利用しているらしい。ヒアリング調査でも地熱について様々な意見を聞くことができた。町が一体となり地熱資源を利用している姿勢が印象的だった。

ちなみに、旅の途中ではコロラド鉱山大学に立ち寄る機会もあった。デンバー国際空港から車で約1時間、Goldenの街中に緑の綺麗なキャンパスがある。特に構内の地質博物館はすばらしかった。あらゆる鉱石の他、アポロ計画の月の石、隕石、蛍光鉱物、鉱山事業で使われていた道具などが展示されていた。個人的には大きな石英の結晶に惹かれ、その展示ケースの前で長い時間を費やした。

#### 4. Eugene (オレゴン州)

Eugeneはオレゴン州の西部に位置する人口約16万人の街である(Eugene, 2017)。路面電車や自転車専用道路が整備され、車以外の交通手段も利用しやすい。オレゴン大学はEugene空港から車で30分ほどの街の中心部に位置する総合大学で、文理に加え芸術系の学部もあり、キャンパス内には研究施設と一緒に美術館や劇場など文化施設も立ち並ぶ。





写真3 Pagosa Springsの温泉スパ



写真4 Pagosa Springsの温泉水を利用した温室施設

オレゴン大学の Mark H Reed 教授は、岩石-水相互作用と地熱の研究に多大な貢献をされてきた研究者の一人だ。Reed 教授が開発した熱力学平衡計算プログラム、SOLVEQ-XPT と QHIM-XPT は、地上で採取した熱水と気体の成分分析値から地下の鉱物平衡や沸点の条件を求めることができ、特に地熱分野では広く利用されている (Reed *et al.*, 2010; Reed *et al.*, 2011)。筆者は学生時代に一度、Reed 教授の研究室に短期滞在し、シリカ鉱物析出反応に関する分析や計算手法を学んだ。特にシリカ鉱物のゾーニングと微量元素の関係に関しては、オレゴン大学で得られたデータを用いて、研究成果を発表することができた (Saishu *et al.*, 2012)。

今回、研究者としてオレゴン大学の再訪が叶ったことはとても嬉しく思った。以前と変わらない Reed 教授の研究室は懐かしく、学生の頃の気持ちも蘇った。Reed 教授とは、筆者の博士論文から産総研入所後の成果と、Reed 教授の現在の研究内容をふまえ、シリカ鉱物析出反応に関わる微量元素の役割、シリカ鉱物析出反応が地熱地域の岩石透水率に及ぼす影響、地熱資源の地化学的地熱資源評価手法、などに関して十分な意見交換を行った。また、今後の研究展開についてもお話し、継続した研究協力体制につい

て確認することができた。

## 文 献

### 5. おわりに

コロラド州では、ヒアリング調査や住民参加型調査活動を通して、様々な地域住民の考え方や地熱利用システムの状況を知ることができた。オレゴン大学では、地球化学と地熱研究について有意義な意見交換をすることができた。今回得られた知識経験と協力体制を生かし、関係者と継続的に議論しながら、新しい地熱研究に挑戦していく所存である。

最後に、本研究活動が現地で出会った方々との研究の枠を超えた交流に支えられたことを述べておきたい。特に Rico の女性陶芸家には、ホームステイで素敵な部屋をお借りし、彼女の話や創作活動からもよい刺激をいただいた。Eugene で再会した Reed 教授の奥様は、久々に帰省した家族のように温かく迎えてくださり、共に楽しい時間を過ごさせていただいた。このような多くの素晴らしい出会いもまた、自分の研究活動の原動力になっている。

**謝辞:** 本研究の現地活動における、Rico 地熱調査活動及びコロラド州ヒアリング調査の関係各位のご協力、オレゴン大学 Reed 教授と奥様の多大なお力添えに、心より感謝申し上げます。本研究活動は、地質調査総合センター廣川研究助成事業のご支援により実現しました。厚く御礼申し上げます。

- Eugene (2017) Eugene's Population Growth, Eugene official website, <https://www.eugene-or.gov/768/Eugenes-Population-Growth> (2017年7月14日確認)
- Reed, M.H., Spycher, N.F. and Palandri, J. (2010) *SOLVEQ-XPT: A Computer Program for Computing Aqueous-Mineral-Gas Equilibria*. Department of geological sciences, University of Oregon, 43p.
- Reed, M.H., Spycher, N.F. and Palandri, J. (2011) *QHIM-XPT: A Program for Computing Reaction Processes in Aqueous-Mineral-Gas Systems and MINTAB Guide (Ver 2.42)*. Department of geological sciences, University of Oregon, 73p.
- Rico (2017) Rico Colorado, <http://ricocolorado.org/> (2017年7月14日確認)
- Saishu, H., Okamoto, A. and Tsuchiya, N. (2012) Mineralogical variation of silica induced by Al and Na in hydrothermal solutions. *Am. Mineral.*, 97, 2060–2063.
- Saishu, H., Okamoto, A. and Tsuchiya, N. (2014) The significance of silica precipitation on the formation of the permeable-impermeable boundary within Earth's crust. *Terra Nova*, 26, 253–259.
- Soma, N., Asanuma, H. and Oikawa, Y. (2015) Conceptual Study of Overall System Design of Geothermal Energy Systems for Achieving Universal Use in Japanese Social Condition. *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, Melbourne, Australia, 7p.

---

SAISHU Hanae (2017) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2016 fiscal year: the geochemical evaluation of geothermal energy potential and the geothermal observation with stakeholders for sustainable geothermal energy use.

---

(受付: 2017年7月19日)

# 平成 28 年度廣川研究助成事業報告 (4)

## 深部地質環境の長期安定性評価のための断層活動と水理地質特性との相互作用の解明に向けた国際共同研究打ち合わせ

大坪 誠<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

2016 年 11 月 13 日～21 日にアメリカ合衆国カリフォルニア州、アメリカ地質調査所 (U.S. Geological Survey, 以下 USGS) の Jeanne Hardebeck 博士、スタンフォード大学の William Ellsworth 教授を訪問し、断層活動と水理地質特性との相互作用の解明に向けた国際共同研究のための打ち合わせを行う機会をいただきました。また、この訪問期間中にナパ市で開催された UJNR 地震調査専門部会第 11 回合同部会に参加し、断層活動と水理地質特性との相互作用に関して部会参加者と意見交換を行いました。そこで、今回のアメリカ訪問につきまして報告いたします。

この訪問を契機として、現在、私は 2017 年 3 月より同年 12 月末まで約 9 ヶ月の予定で USGS に滞在して共同研究を行っています (ホストは Jeanne Hardebeck 博士)。現在の滞在生活の様子は活断層・火山研究部門の 2017 年 6 月発行のニュースレター (大坪, 2017) をご覧ください。

### 2. 研究及び訪問の目的

断層運動メカニズムの理解のためには、近年、「地震発生前後での地殻にかかる力の状態 (応力状態) の把握」、ならびに、「断層帯での亀裂内の流体挙動の把握」が重要度を増しています。例えば、2011 年東北地方太平洋沖地震 (マグニチュード 9.0) の発生によって、東北沖を中心とした地域で、これまでの東北日本で一般的であった逆断層型の応力状態が正断層型の応力状態に変化したことが報告されています (Hasegawa *et al.*, 2012)。また、福島県いわき地域下の地殻では、2011 年東北地方太平洋沖地震の発生の影響で井戸沢断層と湯ノ岳断層の二つの活断層が動きやすい応力状態に変化したことにより、福島県浜通りの地震 (マグニチュード 6.6) が発生しました (Miyakawa and Otsubo, 2015)。さらに、深部地質環境に注目すると、地下水流動系への影響として応力-亀裂-透水性の相互作

用の重要性が明らかになりつつあります (例えば, Otsubo *et al.*, 2016)。

私は、現在、産総研において、「沈み込み帯の沿岸域で、地震発生サイクル中の地殻応力の蓄積解放プロセスが地殻内での流体移動にどのように影響するのか?」、「地殻内の流体移動が断層活動にどのように影響するのか?」などについて研究を進めています。そこで、世界各地の沈み込み帯での地震データの解析に強みを持つ USGS との国際共同研究が実現できれば、地質事象や水文学に関する豊富な研究成果を持つ産総研の強みを活かして、「日本列島沿岸域での深部地質環境の信頼性の高い長期変動予測モデルの構築」が期待できると考えました。今回の訪問相手の、Hardebeck 博士及び Ellsworth 教授は、「地震発生サイクル中の地殻応力の蓄積及び解放の研究」、及び、「地殻内での流体移動と地震発生の関係」に関して先駆的に研究を進めている研究者です、両者とも、日本列島下で起こる地震のデータを扱った研究成果もあり (例えば, Hardebeck, 2015)、日本に馴染みのある研究者です。

USGS 及びスタンフォード大学は、サンフランシスコ市から南東に 60 km ほど離れたシリコンバレー北部に位置しています (どちらの最寄駅もカルトレインパロアルト駅です)。USGS (写真 1) は、アメリカ合衆国内務省の傘下にある研究機関で、地形・地質、天然資源、水文、及び地震や火山の自然災害やそれらのリスク評価などの調査・研究を行っており、アメリカ国内の地形図及び地質図の作成業務も担当しています。USGS 設立は 1879 年で、日本の地質調査所 (現在の産総研地質調査総合センター) の設立時期 (1882 年) とほぼ同じです。スタンフォード大学 (写真 2) は 1891 年に設立された私立大学で、地球科学関連の学部は 1891 年設立時から設置されています。1906 年に発生したサンフランシスコ市の近くを通るサンアンドレアス断層を震源とするサンフランシスコ地震 (マグニチュード 7.8) でスタンフォード大学の建物は被災しましたが、大学設立当時の建物は現在も多く残っています。

1) 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: 廣川研究助成事業, 地震, 応力, 亀裂, 流体移動



写真1 カリフォルニア州メンロパーク市にあるアメリカ地質調査所 (USGS) の様子。(a) USGSの入り口にある看板。(b) USGSの建物。



写真2 スタンフォード大学の様子。右手奥はスタンフォード大学で有名なフーバータワー。

### 3. 研究打ち合わせ

USGSでは2日間かけて打ち合わせを行いました(11月14日, 15日)。まず, Hardebeck博士と, 私が共同研究として行いたい内容について意見交換を行った後, 世界各

地の沈み込み帯での地震データを使用するにあたって, 「研究対象地域の設定」, 「データの種類」, 「取り扱う地震の時期」などについて打ち合わせを行いました。その後, 午前と午後, それぞれ30分間隔で15人ほどのUSGS研究者と個別に議論しました。USGS内の, 地震学, 地質学, 変動地形学, 水文学, などを専門とする研究者たちに, 私のこれまでの研究, 「応力逆解析」, 「様々な時間スケールでの地殻の変形ダイナミクス」, 「応力-亀裂-流体の相互作用」などについて紹介し, 意見交換を行いました。特に, USGSでは, 誘発地震(シェールガス開発で地下に圧力を持つ水を注入することにより発生する地震がよく知られています)に関する研究が盛んに行われていて, 「亀裂内での流体移動がどのようにして地震活動に繋がっていくか?」について, 観測や解析を用いた研究成果に触れることができました。各研究者との意見交換では30分が一瞬に感じるほど議論が盛り上がり, USGSの皆さんに好意的に私の研究内容を聞いていただきました。外国人研究者と研究打ち合わせの際に短時間で自己紹介する場合は, 「自分の研究を紹介するホームページのコピー」で十分と感じます(写真3)。日頃から英語でホームページを作成し, 研究トピックスと業績リストなどを整理しておくとう便利です。また, 外国人研究者との議論で感じたことは, 英会話の能力よりも研究の要点を抑える視点が大事だと感じました。たどたどしい英会話でも, 相手が面白いと思うサイエ

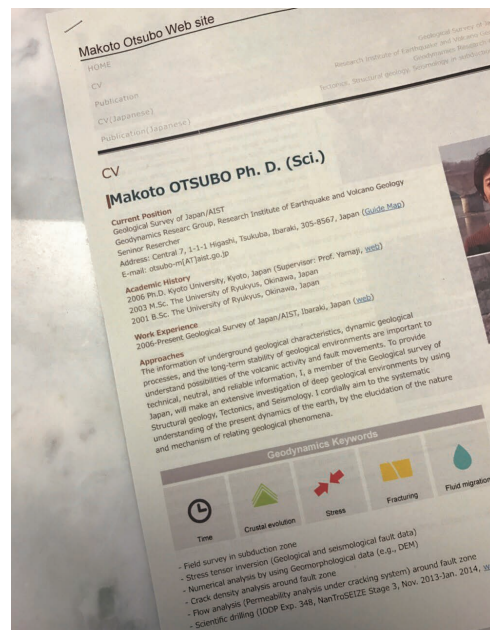


写真3 打ち合わせに使用した筆者のホームページ(<https://staff.aist.go.jp/otsubo-m/index.html>)のコピー。自己紹介に使うにあたって, ホームページに「業績リスト」だけでなく, 「研究トピック」を整理しておいたことが効果的でした。

ンスを研究していることが伝われば、外国人研究者との議論は十分に盛り上がる印象を受けました。

スタンフォード大学での打ち合わせでは、Ellsworth 教授と、Hardebeck 博士の時と同じテーマについて打ち合わせを行いました（11月20日）。特に、地震データの精度（震源の深さの決定精度）をどのように考えるか？についてコメントをいただきました。スタンフォード大学では Ellsworth 教授を中心に誘発地震の研究にも取り組んでおられます。Ellsworth 教授からは、スタンフォード大学で「断層活動と水理地質特性との相互作用」に関係する研究を行っている先生を紹介いただき、その先生らと意見交換を行いました。ここでも、私のホームページのコピーが私自身の研究紹介には効果的でした。

#### 4. UJNR 地震調査専門部会第 11 回合同部会への参加

今回の出張期間中の 11 月 16 日～18 日に、Hardebeck 博士や USGS 研究者とともに、ナパ市で開催された UJNR 地震調査専門部会第 11 回合同部会（11th Joint Meeting U.S.-Japan Natural Resources Panel on Earthquake Research）に参加しました。この合同部会は、天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）における地震調査専門部会で、2 年に 1 回、日米で交互に開催されている部会です。ナパ市は、サンフランシスコ市から北東におよそ 60 km に位置しており、温泉とカルフォルニアワインが有名です。部会はシルバラードリゾート（写真 4）で開催され、産総研の研究者を含む日米の国の研究機関や大学に所属する地震学研究者 50 名以上が参加しました。2016 年熊本



写真 4 UJNR 地震調査専門部会第 11 回合同部会が開催されたシルバラードリゾート（カリフォルニア州ナパ市）。

地震（マグニチュード 7.3）や 2014 年南ナパ地震（マグニチュード 6.0）といった最近の地震、及び、アメリカ中東部で発生している誘発地震が大きなトピックとして扱われました。私は、「陸上付加体の鉱物脈を用いた亀裂—流体移動の相互作用に関する研究成果」のポスター発表を行い、部会参加者と「断層活動と水理地質特性との相互作用」に関して意見交換を行いました。部会最終日には、2014 年南ナパ地震（マグニチュード 6.0）の被災地の巡検が行われ、地震に伴って出現した地表地震断層や地盤の変形を見学しました。巡検では、実際にこの地震の調査を行った USGS 研究者の説明を受けました（写真 5）。また、地震発生時の揺れの程度やぶどう畑の中に地表地震断層が生じたことなどをワイナリーのオーナーさんに大変丁寧に説明していただきました。

**謝辞：**本訪問に際して、アメリカ地質調査所の Jeanne Hardebeck 博士、及び、スタンフォード大学の William Ellsworth 教授には、事前の調整から打合せまで、大変親切にご協力いただきました。今回の訪問は地質調査総合センターの廣川研究助成事業により実現し、そのおかげで具体的な共同研究の計画を練ることができ、2017 年 3 月からアメリカ地質調査所に滞在しています。このような機会を与えてくださった関係者の皆様に深く感謝いたします。



写真 5 UJNR 地震調査専門部会第 11 回合同部会の最終日に行われた、2014 年南ナパ地震（マグニチュード 6.0）の被災地巡検の様子。巡検では、2014 年南ナパ地震の現地調査を行った USGS 研究者（写真中央）から南ナパ地震について説明を受けました。

文 献

- Hardebeck, J.L. (2015) Stress orientations in subduction zones and the strength of subduction megathrust faults. *Science*, **349**, 1213–1216.
- Hasegawa, A., Yoshida, K., Asano, Y., Okada, T., Iinuma, T. and Ito, Y. (2012) Change in stress field after the 2011 great Tohoku-Oki earthquake. *Earth and Planetary Science Letters*, **355–356**, 231–243.
- Miyakawa, A. and Otsubo, M. (2015) Effect of a change in the state of stress on inland fault activity during the Mw 6.6 Iwaki earthquake resulting from the Mw 9.0 2011 Tohoku earthquake, Japan. *Tectonophysics*, **661**, 112–120.
- 大坪 誠 (2017) アメリカ地質調査所 (USGS) での在外研究報告 (その 1) : 渡米から 3 ヶ月が過ぎて. IEVG ニュースレター, **4** (2), 7–10.
- Otsubo, M., Shimizu, T., Miyakawa, A., Sato, T., Ohwada, M. and Kazahaya, K. (2016) Fractures in Cretaceous granite as pathways of upwelling deep-seated water at Kawachinagano city on Kii Peninsula, southwest Japan. *Island Arc*, **25**, 298–300.
- 
- OTSUBO Makoto (2017) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2016 fiscal year: Meeting for study on interactions between faulting and fluid migration to understand deep geological environment.
- 

(受付: 2017 年 7 月 24 日)

# J.J.ライン著「中山道旅行記」邦訳（その2）

## —京都から美濃境まで—

山田直利<sup>1)</sup>・矢島道子<sup>2)</sup>

### 【訳者まえがき】

本邦訳は J. J. Rein (1880) の「中山道旅行記」(独文) を全訳し、それを(その1)～(その7)の7篇に分けて掲載するものである。原論文は「章・節」のほかには見出し語がなく、段落間の文章も長いので、邦訳では新たに見出し語を設け、またなるべく短く段落を入れた。原論文の脚注は、邦訳では原注として各章・節の末尾にまとめて配置した。訳者による注は訳文中の括弧〔 〕内に記入したほか、別に訳注を設けて原注の次に配置した。さらに原論文・原注・訳注に引用された文献のリストを章・節ごとに載せた。なお、原論文には多数の植物の学名が載っているが、邦訳ではすべて原文のまま使用した。また、長いダッシュは原文のままとし、短いダッシュは訳者が付けた。

### 2. J.J.ライン著「中山道旅行記—著者自身の観察と研究に基づき、E.クニッピン氏の路線測量に従い、その覚書を利用した—」全訳(つづき)

#### 2.2 京都から美濃境まで(原論文の1章;第4回)

##### <京都>

街道〔中山道〕は京都の東方でまもなく山城と近江の国境を越え、それから近江の国の真ん中を通る。街道は大津の南で琵琶湖の南端に触れ、それから琵琶湖南東岸から少し離れたところを通り、最後は琵琶湖の北東で東方向きを変えて美濃へ向かって国境山地を越える。

草津までの最初の区間では中山道と東海道は共通である。両道の終点は共に北緯35°にある。ここはいわば古代に栄えた土地である。我々が通過するすべてのところ、我々が越える丘陵や橋、我々が遠くあるいは近くの至る所で見ることができる山々や寺院：これらはすべてこの国の古い伝説や中世の豊かな歴史の中で際立った役割を演じている。そのため教養ある若い日本人は、おそらく我々ドイツ人が海やアルプス山脈を恋しがるのと同じように、昔の英雄たちの住んだところや彼らの偉業の舞台を見ることに憧れる。なかでも京都を見ることは彼らの烈しい欲求である。

この古いあこがれの街には、千年以上の豊かな歴史への尽きない多くの思い出があり、数知れない有名な寺や観光地、清潔な街路及び魅力的な環境がある。この街を東方、北方及び西方で、近くあるいはずっと遠くで取り囲んでいる山脈と丘陵は、灌木と森で蔽われている。それらの麓あるいは山頂近くの至る所で、宝塔や寺の屋根が木々の緑の中から突き出ている。この街の住民には夏に待ち焦がれた夕涼みがあり、そして、これ以上考えられないほど美しい眺望の楽しみがある。この最たるものが、鴨川から街が徐々に高まって行く東山、すなわち東の山稜であって、ここでは数百の茶屋やその他の娯楽場が享楽を求める住民を待ち受けている。

##### <三条大橋>

<sup>みかど</sup>帝と将軍の古い居住地、重要な工業地(窯業を除く)、商店及び大交通路としての寺町(寺町通り)をもつ京都の主要部は、すでに述べたように、鴨川の右岸に広がっている。それと街の東側を結ぶ橋のうちで、寺町へ通ずる三条橋〔三条大橋〕は最も古く、最も有名であるだけでなく、きわだって美しい。この立派な木橋は秀吉(太閤様)によって築造されたらしく、それからやがて300年が経とうとしている。三条橋、すなわち文字通り三条通りの橋は、それを Sansjō-no-fas [fasiの間違い] と名付けたケンペル〔ドイツの医師・博物学者;山田・矢島, 2017の訳注\*2参照〕によれば、長さは200エルレ〔1エルレは約67cm〕もある。けれども鴨川は、豪雨の後にのみ河床全体に水を湛え、それ以外のときは京都の西側の桂川すなわち大川(大きな川)よりも浅く、ずっと水量が少ない。人々は乾いたところにある花崗岩及びチャートの礫の上に白木綿の長い布を晒し、それに水を注ぐために慣れない如雨露の代わりにシャベルを使う。鴨川の澄んだ軟らかい水はとくに晒しや染色の目的に対して評判がよい。

夏の夜には三条橋から鴨川の上や畔に面白く陽気な活動が見られる。それはここで夜ごと開かれるイタリア式夜祭で、ここで享受される涼しく新鮮な空気がなによりもこの

1) 地質調査所(現産総研 地質調査総合センター) 元所員

2) 日本大学文学部

キーワード: ライン, 中村新太郎, 中山道, 地形, 地質, 動植物, 歴史, 伝説, 近江, 比叡山, 琵琶湖, 伊吹山



第4図 中山道路線図1。(京都-関ヶ原)

Rein (1880)の付図1「25万分の1中山道旅行路線図—大津から加納まで—」(東縁部を除く)を基図として、それを約2分の1に縮小し、その上に中山道六十九次の宿駅(黒四角)名をやや大きな字で、本論文で引用されているその他の地名・説明をやや小さな字で和名表記した。

祭りに人々を誘う。人々はこの目的のために水上に手軽な杭上家屋〔川床<sup>かわゆか</sup>〕を作る。それは開放的な板の間で、そこへは多くの隣接する茶屋から小さな渡り板が架けられる。さまざまな形や大きさの数百の色とりどりの提灯が、この臨時の建物、周りの無数の小舟及び家々の露台や縁側を照らし、美しく飾る。ここには住民のあらゆる階層から多数の仲間が集まり、茶、酒、歌及び三味線を前にして愉快で嬉々としている。

東京にも隅田川で似たような夏の夜祭があるが、それは

京都の祭を真似たものであり、毎年の川開きにはいつも大変な人出がある。

### <比叡山>

三条橋からは街の北東に高さ 825 m [正確には 848 m] の比叡山を望むことができる。この山は、鴨川と琵琶湖の間の分水界、山城と近江の国境の中で 2 番目の高さである。しかし、これをこの国の最も有名な山の 1 つにしたのは、その高さではなく、多くの歴史的連想である。なぜ



なら、比叡山は数世紀の間仏教の本山であり、国内のほかのどこにもないような権勢と栄光を保持してきたからである。

今日の京都に帝の城、平安城（平和の城）を建てた第50代桓武天皇は、この僧院の初代創立者でもあった。この僧院は時の経つうちに約500の寺と3,000人以上が住む僧舎にまで膨張し、国家における巨大な勢力を持つに至った。管主は帝の血統の王子であった。寺は鬼門（鬼の門）、すなわち正確に城の北東、または仏教的迷信によればすべての禍が来るとされる方向にあり、その禍は長い単調な祈祷、大太鼓の絶え間ない打音や鐘の音によって、平安城から遠ざけられねばならなかった<sup>1)</sup>。

昔の栄光のかすかな痕跡、すなわち幸福ではなかったとしても興味ある時代の最後の証人が残っている。それを見るために、我々は1874年に京都から比叡山へ登った。山頂には2、3時間あれば到達することができる。道は豊かな谷底平地から白川村〔現左京区北白川地区〕を通して上へ緩やかに通じている。白川村の近くでは美しい灰白色の花崗岩<sup>1)</sup>が採掘されており、それは山稜全体の基盤を作っているが、時代不明の粘板岩<sup>2)</sup>が至る所でその上に重なっている。比叡山の険しい絶頂は玄武岩質である<sup>3)</sup>。絶頂の下、広い鞍部で我々は、美しいスギ林の北東部になお3つの寺院とこれに接した様々な僧房に遭遇した。かつては活気ある聖地であったところはすべて荒廃し、寺院は閉ざされている。その建物からは黴の匂いがしみ出し、前庭の厚いコケの褥しとねの上によくあるヒカゲノカズラ (*Lycopodium clavatum*) の枝が絡み合っている。

かくしてこの世の栄光は移り行く！（Sic transit gloria mundi！）

### <信長>

このような栄枯盛衰をもたらした原因を訊ねるならば、何よりも、ケンペルが「暴君」と呼んだ信長の名が挙げられる〔ケンペル・斎藤, 1977〕。——信長とは何者か？——。その頃日本に上陸し、キリスト教を普及してめざましい成功を取めたポルトガル人司祭、メンデス・ピント<sup>4)</sup>によれば、信長は16世紀の中ごろの日本で最も傑出した人物であった。彼は、1542年～1582年の期間に、内戦の只中であって帝国の権力を掌握するための戦士として先頭に立ち、足利將軍を滅ぼし、仏僧の敵となってその力を打破したが、キリスト教—その精神は彼には縁遠い—の庇護者ではあってもその友ではなかった。イエズス会神父クラッセが「日本教会史」の中で彼に贈った賛辞は、前に引用したケンペルの意見とは調和せず、彼の伝記からの多くの事

実とも調和しない<sup>5)</sup>。

織田信長<sup>2)</sup>は平氏の一族であったが、このような家門血統は彼の権勢への栄達とはなんら関係はなく、その栄達はむしろもっぱら傑出した軍事的能力と限りなき野心の結果なのであった。このような資質を持っていたにもかかわらず、彼は平和を渴望するこの国に必要な安寧をもたらすことには成功しなかった。最も身近な親族の命を野心と猜疑心ないがしで蔑ろにし、帝にのみふさわしく死者にのみ許される人間神格化の権利を自らのために要求し、自身の彫像を神の肖像に置き換え、そして神に対するのと同じくこれにも敬意を表させた男は、他のすべての高い天分はあっても、キリスト教の精通者でも友人でもなかった。仏僧に対する憎しみから、そして危険でない安価な同盟者を得るために、彼は新しい教え〔キリスト教〕の普及を援けた。なかでも比叡山の僧侶たちは、彼の敵対者〔越前の朝倉家、北近江の浅井家など〕に度々庇護と支援を申し出たので、そのことについて彼の怒りを受けることになった。

信長が1571年にこの僧院を火と剣をもって根こそぎ破壊するよう武將に命じたところは、比叡山とその僧院を見ることができる中山道の瀬田の琵琶湖流出口の近くであった。その古さと名声へのいかなる考慮も、命令を取り消すようにとのあらゆる懇願も空しかった。信長は大声で答えた：「この僧侶たちは私の命令に服せず、常に悪党を助け、そして帝の兵にも反抗した。私がいま彼らを排除しなければ、この憂患はいつまでも続くであろう。さらに、私はこの僧侶たちが戒律を犯していると聞いている；彼らは魚と臭い野菜を食し<sup>3)</sup>、妾を持ち、そして読経をせずに經典を巻いてしまっている。どうして彼らが悪に対する番人、そして正義の守護者でありえようか？」——次の日に彼の命令は実行され、いかなる命も救われることなく、それどころか業火を免れた者も剣によって滅ぼされた。

### <粟田>

三条橋から道は芝居街を通るが、そこでは芝居小屋の切妻が、なにか動物園の見世物のように、さまざまな出し物の場面の絵で色とりどりに飾られている。そののち、我々は京都の東のはずれ、粟田に到着する。粟田の街は天津に向かって長く延びている。そこは工業地区であって、なかでも粟田焼と呼ばれる美しい磁器が作られており、それは薩摩焼に似ているが、あまり丈夫でないことと黄ばんだ色調により薩摩焼とは容易に区別できる。ここから街道は郊外へと進み、緩やかに高まる2つの低い鞍部、日ノ岡峠と天津峠<sup>6)</sup>を越え、そこから急に下って琵琶湖畔の天津の街に着く。三条橋からの全行程は3里になる。この間

は、わずかな例外を除いて、両首都間の最悪の道路区間である。その理由は、ここで大津と西の首都(京都)の間の非常に盛んな物資輸送を支え、中央及び北方の国々の米と他の糧食、茶、生糸及びその他の生産物を京都に供給している多くの牛車を通るためである。

大きな車輪をもつ大八車は特に鈍重で不恰好な車であり、それは道路に、そして大きな舗石にさえ深い轆わだちを刻み込んだ。ずっと前にはそれを改善する試みもあった<sup>4)</sup>。そして、すべての車両はわずかな鉄も、また外車輪も持たず、これらはむしろ木から作られているにもかかわらず、轆はできるのである。我々は、木の硬さや強靱さよりも、鉄釘やねじがなくともこのような車両に必要な堅牢さを持たせることができた車大工の器用さの方に、もっと驚かされる。牽引する牛の力の多くは、堅い車軸上の車輪の摩擦によって失われてしまう。我々はまた、荷馬車と同じように、強力な黒色または暗褐色の牛の引く車も不都合であることを知る。なぜなら、この国では家畜の去勢は行われていないので、このような牽引は元々から持っている力であるから。轆は額くびき びたいにしっかりと付けられず、動物の頸くびに動きやすいように付いている；力を出すところは普通頭ではなく、胸に集中する。この鈍重な車引きの獣たちは、各々の鼻に轆を付け、そこに牽綱ひきすなを通す。脚は馬と同じように藁沓わらぐつによって守られ、予備として常に数組の藁沓が携帯されている。

### <追分>

粟田焼の原料の1つ、日ノ岡土<sup>7)</sup>が近くにある最初の高まり、日ノ岡峠<sup>5)</sup>を越えると、道は平らな谷底盆地へと下り、その中の村、山科及び追分を通って行く。ケンペルは山科付近ではたばこ栽培と竹について、追分付近では盛んな種々の工業について述べている。実際に追分は今日でもなお非常に活気ある所で、その家並は街道に沿って長く延び、錠前師、ろくろ師、彫刻師、分銅製作人、針金師、画商及び仏具商が、もはや盛んとはいえないけれども、200年前と同じような仕事に付いている。

これよりももっと別なことが我々を驚かせる。すなわち、旅人は長い街並を通り過ぎる間に、右や左の茶屋の開かれた座敷からの大勢の茶屋女の騒々しい声で、座敷に入って一休みして行かないかと呼び掛けられ、そしてこのことは旅人が通るたびに繰り返されるので、女たちは一日でかすれ声になってしまう。それらは評判の悪い店や女たちと言われていたので、我々は以前からこれらの茶屋と給仕女たちについて間違っただけの心象を伝えられていた。これらの店は決してそのようなものではなく、おおむね実にまと

もな飲食店なのである。そこで人々は休息し、わずかな食事を楽しみ、あるいはきちんと食事を取る。給仕女たちは綺麗に着飾り、非常に親切で、気分は陽気であるが、態度は礼儀正しい。「お休みなさい」(私はよくお休みになれるよう祈ります、だから“gute Nacht”とも同然)またはなにか別の言葉での呼び掛けは、大昔からの、罪のない、ときには我々にとって非常に煩わしい習慣ではあるけれども、それは明らかに主要交通路における激しい競争に起因する。なぜなら、このような習慣はこの国の辺鄙な脇道では見かけないが、多くの人が訪れる霊場や見晴らしのよい箇所箇所の近くではよく見られるからである。

我々は席に座るようにとの勧めに従い、縁側で短い休息を取るか、あるいは藁布団わらふだんの置かれた腰掛こしかけに腰を下ろすと、人々は急いで我々の前に火鉢かき(炭の鉢)を持って来るので、我々はその真っ赤におこった炭すすで短い煙管きせりに火を付けることができる。そして小盆の上に小茶碗のお茶を、それに加えてさらに渴きが激しいときには注ぎ足せるように小さな土瓶つちびん(茶瓶)を持って来る。それから人々は、我々が勘定をし、出発し、多くの人達から「さよなら」(Adieu)といわれて遠ざかるまで、天気や、我々の旅がどこから来てどこを目指すのかの問いや、他の事柄について、誰もが知っているような話をして、我々を楽しませようと努める。

追分とは街道の分岐点のことであり、中山道ではしばしば繰り返して現れる地名である。ここにいう追分で主街道から分かれた1本の道〔伏見街道〕が、〔山科川の〕谷に沿って南西の伏見に向かい、さらに淀や大坂へと向かう。

追分から街道は大津峠に向かってふたたびいくらか高く登り、峠ではすぐに琵琶湖とその周辺の眺望を楽しむことができる。追分に着く前にすでに左側にそして道から北方のずっと遠くに、比叡山が見え、しかし右側にはクニツピングが小山(小さな山)と記した男山<sup>8)</sup>(すなわち男らしい、堂々たる山)が現われた。この山には大きく有名な神社があるはずだ。

### <大津>

大津。ケンペルは述べている。「都からの街道沿いにあり、近江の国第一の都市である大津<sup>6)</sup>(OotzあるいはOitz)には、肘のよう曲がっている一筋の中央の道路といくつかの横町があって、合せて約千軒の小さい農家と庶民の家からなる。けれどもそこには立派な旅館もあり、浮気相手の女たちに事欠くことはない。」〔ケンペル・斎藤、1977〕。我々はこの記事から、約200年前の大津は今日よりもずっと目立たないところであったと結論する。な

げなら、我々は日本で一般にそうであるように、各家に4人半から5人の住民が数えられるので、街には当時、今日の4倍の数、精々5千人の住民しかいなかったからである。肘のような形の主街道はいまでも残っている。主街道は琵琶湖の湖岸に平行に北西方向に長く伸び、〔札の辻で〕南西に向きを変え、最後は山の方へ、大津峠そして京都に向かう。主要な横道は主街道から湖の方へ延びている。旅館の「女たち」に関しては、ケンペルが彼の本の他の多くの箇所と同様に間違っていたか、あるいはそれ以後風習が著しく改善されたかの、どちらかであろう。大津は、ケンペルも述べているように、帝王(Kaizer)、すなわち江戸に居住する将軍の直轄地である。なぜなら、帝(Mikado)はケンペル、ツェンペリー〔スウェーデンの植物学者；山田・矢島、2017の訳注\*3参照〕、イエズス会員〔ピント〕及びその他の著者たちによってずっと古い時代からつねに「内裏」<sup>だいり</sup>、すなわち文字通り「皇帝の宮殿」と称されているからである。

今日の大津は、それが属する郡、滋賀郡の名を取って滋賀という名前も持っている。それは滋賀県と呼ばれる部局または県の首都であり、その恵まれた位置によって非常に活発な商取引が行われている。東山道及び北陸道〔原文ではHokurokudo〕の近隣諸県の米、茶、絹、紙、陶磁器及びその他の生産物は、大津を経由して京都あるいは伏見及び大阪に届けられる。逆に、兵庫からの輸入品の一部は滋賀を経由して内陸への道を取る。これまで京都との貨物流通を担ってきた荷車や牛車についてはすでに考察した。この国のどこにも、ここでのように上記の目的に役立つよう育てられた多くの、そして立派で力強い牝牛は見られないのである。

若狭、越前、加賀などの日本海沿岸諸国との流通の重要な運送手段として、琵琶湖上に舟運が行われており、それは今日でもなお小さな蒸気船を用いている。しかし、それと並んで、間もなく出来上がる京都・大津間の鉄道<sup>9)</sup>を琵琶湖の湖岸に沿ってその北端の田野浦〔塩津浜〕まで、そしてそれからさらに重要な港、敦賀にまで延長することも、すでに注目の的となっている。

工業の関係では、大津は、そこで製作されている多くの算盤または計算器によってのみ注目されている。

### <琵琶湖>

日本人は街の記述を、寺社、山々、河湖、聳え立つ樹木などのような、一見の価値あるところとその周辺を数え挙げることから始める；我々はそれを以て終わりとすることにしたい。大津の最高の見所は、議論の余地なく、美しく

大きな琵琶湖及びその周囲の場所、寺社及び山々の光景である。日本人は琵琶湖の形を琵琶と比較して、そこから名付けており、この比較はヒューブナー男爵<sup>\*10</sup>の「不規則な四角形」との比較よりずっとよく当てはまっている。

この湖は、近江の国の中央に、そして大阪湾、若狭湾及び尾張湾〔伊勢湾〕の中間に、南南西から北北東に向かつて約8マイル〔1ドイツ・マイル=7,420m〕延びており、北部で2マイルの最大幅を持つ。その面積はほぼジュネーブ湖〔レマン湖〕の面積と同じである。美しい緑色の湖水面は標高約100m〔正確には85m〕の高さである<sup>7)</sup>；最大の深度は85mになるようであるが、その深度に達するところは極めて限られている。多くの村とよく耕作された田畑が湖を取り巻いている。田畑は南部を除いたすべての側で、徐々に鬱蒼たる山々へと高まって行く。2つの小さな岩の島〔沖島と竹生島<sup>おきのしま ちくぶじま</sup>〕が湖面から頭を出し、そこには夥しいウ〔鶺鴒〕、カモメ及びその他の水鳥が棲んで、魚を取るのに余念がない<sup>8)</sup>。水がどこでも透明で周囲が風光明媚であるにもかかわらず、琵琶湖は、景観の壮大さにおいてアルプスの湖沼に比べられるものではない。しかし、ここは歴史が豊かで伝説に富む地であるから、日本人にとっては一般に歴史的興味が美しい自然と結びついているので、日本人はこの湖盆を国の一大名所に数えようとしている。

### <三井寺>

我々が小蒸気船の着く大津の波止場に美しく佇む宿屋の縁側に立つならば、近江八景または琵琶湖の8つの有名な光景のさまざまを観ることができ、また遠く響きわたる三井寺〔正式には長等山園城寺<sup>みいでら ながらさんおんじょうじ</sup>〕の夕べの鐘の音〔三井の晩鐘<sup>ばんしょう</sup>〕—その音に日本人は陶醉する—を聴くこともできる。同時に、魅力的なところにある有名な寺院、三井寺そのものの露壇が遥かに美しい眺めを提供する。それは、街の北西、鴨川と琵琶湖の間の山脈—すでに話題になり、さらに北方の比叡山と比良山〔原文ではHirayama；標高1,174m〕において最高峰を示している—の東山腹上の高まりにある。三井寺は中国に起こった天台宗に属している。それは中世には権勢と声望において比叡山の寺院に劣ることはほとんどなかった。そして、時の支配者はその豊かな収入を大きく奪い、僧侶の数を噂では300人に減らしたけれども、今日でもなお瞑想的仏教の優れた道場である。—高い石段を上れば寺の境内に達する。それはすばらしい庭園の真ん中に壮麗な姿を示している。しかし、見るべきものは庭園の中でここから遠くない大きな鐘であり、それには次のような物語が結び付いている：

危険なムカデを殺した勇士、<sup>たわらのとうた</sup> 倭藤太<sup>\*11</sup> は、琵琶湖底の地下宮殿である竜宮の乙姫からお礼としてこの立派な鐘を貰い、それを寺に贈った。しかし、弁慶、日本の巨人ゴリアテ<sup>\*12</sup> はそれを盗み、肩に担いで比叡山の僧侶のところへ持って行った。しかし、彼が鐘を吊り下げ、人々がそれを鳴らそうとしたときに、鐘は元のような音を出すことなく、自ら「三井寺！三井寺！」と悲嘆の言葉を発した。それ故、弁慶は鐘を再び架台から取り下ろし、それを一蹴りで三井寺に送った。近くの高い樹木の影に蔽われて、いまでもその鐘はある。——それから遠くないところにもまた古く重い鉄の釜が見られ、弁慶さんがこの釜でお米を炊いたといわれている。実際には彼はこれを一度は水瓶として使ったのだろう。巨人に関するこのような回想はもっと多く、たとえば吉野にもある。

弁慶は非常に敏腕で老獪な人物であった。元々は恐ろしい盗賊で人殺しであったが、後に、源義経、12世紀の後半に生きて敬愛される日本の「恐れを知らない高潔な武士」の忠実な家来になった。

我々の略図で近江の湖の西方にある比良山は、森で蔽われた長い山稜であり、南方の比叡山よりいくらか高く、そして周囲のすべての山々の中で春季に最も長く山頂に雪を戴いていることで知られている。

### <唐崎>

大津から〔北へ〕約1里半、緩やかに高くなり、村落や稲田で蔽われた平地に比叡山の麓が近江の湖に向かって押し出して来るところに、唐崎の村がある。日本人は非常に古いマツが大好きで、それは大明神という寺院の側で、湖に接して水平に延び多くの支柱に支えられた枝を周囲200歩にまで広げている。この唐崎大明神のマツは *Pinus Massoniana* [バビショウ] であるが、その大きさは言葉や絵画で何倍にも誇張された。その太い幹は胸の高さですでに枝分かれしており、その木は日本人に好まれるのと同様に我々にも好まれるということよりも、その特有の形によってもっと多く我々を驚かせる。それは、趣好が遥かに異なっている点の1つである。

### <膳所>

中山道と東海道は大津から清楚な街、<sup>ぜんじょ</sup> 膳所を通過する。膳所の住民は6千人で、街道の両側に長い家並が連なっている。琵琶湖畔には本多(ケンペルは Ondai-Sama と呼んだ)の城〔最後の藩主は本多康禎<sup>やすしげ</sup>〕が立っており、それは6万石の収入<sup>9)</sup>のある近江の国の第2番目に大きな大名であった。1868年と1869年の王政復古は、興味ある

時代の多くのほかの建物と同様に、この城を破壊した。

### <瀬田>

それから1里で瀬田村に着く。そこでは街道は、瀬田の唐橋<sup>からし</sup>と呼ばれる非常に古くから有名な木の橋(この国の言語を全く理解できなかったケンペルは Zitto-no-fasi と呼んでいる)で宇治川〔瀬田川〕を、琵琶湖から流れ出すすぐのところまで越える。川の右岸にある長く延びた島が、全部で219mの長さの木橋の天然の脚台になっている。ツェンペリーはすでにこの様子について述べ、350歩の長さで、欄干を具え、日本風に、つまり銅で装飾されていることを強調している〔ツェンペリー・高橋, 1994〕。ケンペルはそれを、彼が日本で見た最も美しく大きな橋と呼んでいる。その下から彼方へ速く流れる琵琶湖の水はわずかな深さしかない。

源義仲は彼の血族を平氏から救い出し、平氏の後援者であった三井寺や比叡山の僧を懲らしめ、自ら將軍になった後に、1182年、瀬田の橋の近くで、鎌倉から急ぎ攻め上った彼の従兄弟、頼朝と義経に対する戦いで敗れた。——ここではまた、なお実に多くの注目すべき出来事が起きた。我々は伝説の時代の日本の竜、巨大なムカデ(百足)の物語に注目している。この上なく美しく乙女らしい海の女王、乙姫様は、琵琶湖の湖底に竜宮(城)を持っていた。その頃、瀬田の橋の北方2マイルの円錐丘ムカデ山(三上山<sup>みかみやま</sup>)に棲み、その身体で山を7回り半も取り巻いた恐ろしい怪物、ムカデがいた。この獣は毎夜身体を解いて、それを琵琶湖に伸ばし、そして頭は竜宮または城にまで達して乙姫の一番よい魚を貪り食っているのに、尾の先はまだ山に触れていた。

倭藤太(秀郷)は、乙姫をこの辛苦から救い出し、一夜瀬田の橋でムカデを待ち伏せし、そして喉に致命的な一矢を放った勇士であった。三井寺ではこの場面の絵が売られている。勇敢な射手の後ろには乙姫が立っており、彼女も彼に最大限の好意を示し、そして彼にたっぷりと酬い、なかでもすでに述べた鐘を与えた<sup>10)</sup>。

### <草津>

瀬田からは宇治川に沿って伏見の方へ続く道があるが、中山道はそれから1里以上離れた草津に向かい、草津で東海道は東へ曲がる。ケンペルはすでに、ここでとくに良質で、杖をつくるのために採取されている竹の根について述べている。ケンペルの他の記事、「そこでは苦い散葉が調製されている」から、私は1875年夏のことを思い出す。そのとき私は親友、ケルン生まれのケーニヒス博士と一緒に

に名古屋から京都への道で草津を通過したのであった。

すなわち、我々が草津へ着く前、まだ東海道上にもいたとき、我々は1軒の宿屋に泊まったが、その向かいに非常に古い大きな薬屋があった。その2階建の家の1階の開かれた広間に、力強く彫刻された額のある2枚の古い絵が掛かっていた。その1枚には太い青色の漢字で持ち主の名前が載り、他の1枚にはより太い金色の文字で「神教丸<sup>しんきょうがん</sup>」、すなわち神々から教わった丸薬<sup>11)</sup>という言葉が載っていた。

この有名なオレンジ色の丸薬は、すべての人の目に付くように大きなお盆の上に置かれていた。私はその20粒を5厘(4ペニツヒ)で買った；それは高貴な由来を持ち、また我々の〔ドイツ〕薬屋の多くの製品に比べて非常に廉価であるというさらなる長所を持っていた。聞いたところによると、それは腹痛と毒消しによく効くという。

我々はまた艾<sup>もぐさ</sup>(百草)も手に入れることができた<sup>12)</sup>。日本にいたことのある多くの読者はこの言葉の意味を訊ねるであろう。「艾は」——スペイン語の辞書にはそう書かれていた——「ニガヨモギの茎や葉の灰白色の綿毛で、中国人や日本人が病に罹った身体の部分の皮膚を焼くために用いる。」この説明が全く正しくないということは、日本で人力車に乗って苦力<sup>くーりー</sup>〔車夫〕の裸の背中をよく見ればだれでも分かるだろう。これらの人々の腕、肩、背中及び尻にしばしば見られる1マルク銀貨の半分～全部及びそれ以上の大きさのあぶたは、病気の部位に焼き付けられたのではなく、かつてドイツで瀉血によって試みられたように、今日では発泡膏が使われるような場合に、大抵は後の病気を予防するという期待の下に灸が焼かれた。——ニガヨモギだけではなく、ニガヨモギ(*Artemisia*)属の他の種からも、すなわちその花の部分から艾が調製される<sup>13)</sup>。お灸をするときはいくらかの艾を問題の場所に置き、微かに燃える線香(シキミ：*Illicium religiosum*の樹皮から作られる)の赤熱した炭によって火が点けられる。

この薬屋の2階には学校があり、音読が行われていた。一人の子供が若干の言葉または短い文章を話し、あるいはむしろ歌って聞かせていた。それ以外の子供たちはそれを合唱で繰り返した。それは、子供たちをきちんとした言語形態に慣らすために続けられていた。教師はその間に隣の部屋で多くの若者たちの相手をしているように見えた。我々の到着は子供たちの仕事をいくらか掻き乱し、それによって多くの子供が開かれた押し窓に殺到し、そして歌って聞かせる小さな代理教師自身、二人の外国人(異人さん)をよく見ようとして何回も姿を見せた。

### <守山>

草津を出て1里半、中山道の平坦な区間で立派な寺院〔東門院〕のある守山宿に到着した。この東方にはすでに述べた三上山<sup>13)</sup>、すなわちこの地方全域で最も高く、独立した円錐形の山が見える。草津から美濃境まで、街道は多くの涸れた小河川—流れのあるのは雨期に限られる—の河床を渡った。我々が到着した最初の川〔野洲川<sup>やすがわ</sup>〕は、両側の稲田よりも数m高い。クニツピング氏は、この現象〔天井川<sup>てんじょうがわ</sup>〕が、この国の他のいくつかの河床でも認められるように、著しい砂の堆積—それによって両側の堤を次々に高くすることも必要となる—の結果であると正しく説明した。

守山宿と愛知川〔原文ではIchigawa〕宿との間で、中山道は砂・チャート礫からなる多くの低い丘陵を越える。そのそばには高さ100m～400mの山がある。南方及び南東方には、顕著な丘陵と多くの不毛地帯が見られる。この特徴は尾張境の美濃南部の山地—丘陵地帯でも顕著なので、詳しい説明は次の旅行区間〔2.3章〕で最初に述べたいと思う。

### <愛知川>

愛知川宿に到着する前、最後の砂質の丘陵を越える際に、街道の左側に、湖の南東に向かう湾に面して、琵琶湖最大の島、沖島<sup>おきのしま</sup>〔原文ではOkinashima〕が見えて来る。地図が示すほどには高くはないこの島は、西側の湖上から見る方が、より美しい姿を見せる。そのとき、島の鞍部に美しく横たわる村及び灰黒色の岩石<sup>14)</sup>の間の快い緑の叢に気が付くだろう。これに対して、北東に隣接する陸地は草木のない不毛の地であるように見える。

愛知川は琵琶湖の中山道側の最も重要な流入河川であるが、通常100m幅の河床の半分も水を満たしていない。愛知川は、その右岸にある同名の村と同様に、単調な平野の中にあり、それを過ぎると高宮宿<sup>たかみや</sup>に着く。琵琶湖はるか西方にあって、ここからは見えない。周りの田畑はよく耕され、米や通常の農産物のほかに、綿、麻、そしてより丘陵状の土地では茶の木が植えられている。ある地区では果樹も見られる。街道のこの区間の重要な宿駅は高宮と呼ばれ、非常に目の細かい綿布の産地として知られている。

### <番場>

街道は近江と美濃の国境山脈を越えようとしており、琵琶湖を再び眺められる低い山稜のすぐ近くで鳥居本宿<sup>とりいもと</sup>に下り、それから摺針峠<sup>すりはり</sup>を越えて番場へと通じている。この峠の上の、壮大な眺めで有名な茶店は海拔175mの高さに

あり、湖面からの高さはその約半分である。ここで我々は琵琶湖に別れを告げる。ここでは琵琶湖をその最も幅広いところで俯瞰し、その西方に比良山、比叡山、男山を含む鬱蒼たる山脈を、北方には同様に鬱蒼とした竹生島〔原文では Tsukubushima〕と北東湖岸の多くの村落を、そして振り返れば美濃と近江の高い国境山地を見ることが出来る。しかし近くには、ほぼ南西方の湖岸近くに、立派で歴史的にも注目される人口2万～2万5千人の彦根の街がある。その白い城は琵琶湖の周りの見晴しのよい多くの場所から眺められる。ここには、近江の最も有力な大名で譜代筆頭であった井伊が居住していた。譜代とは「功績を挙げた一門」、すなわち、最初の徳川将軍に仕えて抜きん出た働きをし、その後関ヶ原の合戦(2.3節を見よ)で主君家康に勝利と確実な政権を得さしめた大将でかつ高位の文官であり、ノルマンの騎士フォン・ウィルヘルムがヘイスティングスの会戦〔1066年〕の後征服者たちにしたように、彼らは家康によって大名・小名に封じられた。

将軍が未成年である間、彦根の大名が摂政の高職についていた。井伊掃部頭〔直弼〕は井伊家の最後の人で、国が騒然としていたときに、そのような人として江戸で役目を果たした。そのときに彼は大変な憎まれ者になり、1859年に〔桜田門外の変で〕暗殺者の手に落ちた。

琵琶湖の東側の大抵の村落では養蚕と絹織物が最も重要な生計の源であり、一方、茶の栽培はここではわずかな地歩を占めたに過ぎなかった。

### <伊吹山>

中山道は番場から琵琶湖を離れ、我々を美しい景観の地を経て東方へ、そしてわずかな高まりを越えてさらに醒井、柏原へと導く。この区間全体にわたって、立派な山々が道の両側の近くあるいは遠くに見られるようになる。山々のうち、最も雄大で有名なものが伊吹山〔標高1,377 m〕である。多くのヨーロッパ人は、比叡山、大津及びその他の地点から、この重要な山、「頭を裁たれた円錐形の砂糖のかたまり」が、琵琶湖北東部の背景の中に堂々と聳え立つのを見て来たが、誰もそれに登ったことはなく、けれどもそれは自然探検者にとってなによりも苦勞に値する対象なのである。

私が1874年の春、この国における最初の大旅行の準備をしていたとき、私は古くからの尊敬する友であり、シーボルトの著名な弟子である伊藤圭介<sup>\*15</sup>に、尾張及び美濃において最も訪れる価値のある地点について質問した。彼は「植物学者に対しては、私は第一に伊吹山の名を挙げる」と言い、それによってこの山は私の当時の計画に入っ

たのである。雨のためにこの計画の実行は挫折した。琵琶湖の北東岸の長浜—ここへ私は絹織物工業視察のために京都から赴いたことがあった—から、私は6月後半の大雨の中、伊吹山北西〔南西?〕麓の春照村へ旅行した。ここでドイツ国から来た異人さん〔私〕は一日を無駄にして天気がよくなるのを待ち、それから、山に登ることができずに、藤川を越えて、中山道の関ヶ原に回らねばならなかった。旅館の主人の報告によれば、この山は130種類の薬剤を産出する。彼はそのうちの2つが石灰鍾乳石と珪灰石であることを我々に示してくれた。私が特に興味を持ったのは、暖かい雨のためにいたるところでおびき出された陸棲の巻貝の産出であった。ヤマキサゴ (*Helicina*) の中では長さ1 mmの繊毛を持つ *H. Mackensii* が異常に多い。ヤマキサゴの1種 (*Helicina* sp.) 及び多くの美しい種類のキセルガイ (*Clausilia*) の1種もここで採集されたが、しかし私は、当時ほとんど知られていなかった巨大なオオギセル (*Cl. Yokohamaensis*)—私が翌年四国で多数発見した一を探したが、無駄であった。

翌年、私の従者が京都で若干の暇な日があり、かつ十分に訓練されていたので、私は彼を伊吹山の山頂に行かせてそこに産出する植物を採集させた。これはもちろん、山の植物群を知るのに特に適切な手段ではなかったが、しかし私はそれによって伊吹山が、高度もまた近似している箱根山の最高地点と同様な、類似の植生を持っているという確信に達した。その最も注目すべき要素は、イチリンソウ (*Anemone altaica* Fisch.), メギ (*Berberis chinensis* Desf.), クリンソウ (*Primula japonica* A. Grey) その他に属し、これらははるかに南方〔南日本〕でもまだ認められていない。

古い伝説に富む歴史の日本の勇士、日本武尊命(原文では Yamato-Dake) は、すでに伊吹山及びその山神または山霊を知っていた。山はいつも悪魔の棲家と見られていた。

おそらく昔の不安な時代には、山とその近隣は大胆で恐ろしい強盗にふさわしい隠れ家をたびたび提供し、その隠れ家から出て、彼らはたやすく街道上の旅行者に、または京都の住民にすら、追いついて略奪することができた。春照の宿屋にあった鍾乳石の破片から、あるいはまた伊吹山に由来し近江の湖に流入する河川—翌日我々が中山道への道で渡った—の礫に見られる多くの石灰岩から推察したように、小さな洞穴が山中にあることはありそうなことである。

北方には、そして伊吹山からの谷〔姉川〕の窪みによって隔てられて、より低い七尾山〔標高691 m〕が姿を現わし、それは〔近江と〕越前との国境山脈に連結する支脈をなしている。

## ＜柏原＞

伊吹山の麓から中山道への最も近い道は、美しい丘陵地帯を経て関ヶ原へ通じているが、他のもっとよい道はいくつかの村を通して大きな宿駅、柏原<sup>14)</sup>へ通じている。柏原の立派で大きな本陣<sup>15)</sup>では外国人は関ヶ原よりもよくもてなされる。ここでは、とくに近隣の高みに登るならば、この地方とその美しい鬱蒼たる山々をよりよく眺めることができ、南方にはとくにドーム状の霊仙山〔原文ではRiozen；標高 1,064 m〕が見え、それを旅行者はすでに愛知川の手前で、美濃との国境山地のいくつかの山頂と共に認めていたのである。

## 原注

- 1) 1868年の内戦〔戊申戦争〕の時に灰燼に帰した東京の北部、上野の有名な寺〔寛永寺〕は東叡山（東の比叡山）と呼ばれ、徳川將軍の城〔江戸城〕の北東の守りであった。
- 2) 織田〔原文ではOta〕は家名、信長は個人名。一般に後者が後ろに付く。
- 3) 仏教が食することを禁じている5つのネギ属は、ポロネギ、ワケギ、アサツキ、ニンニク、タマネギである。
- 4) 1875年の晩夏に、私はとにかくこの道が著しく改良されていることに気が付いた。人々は前もって道路の穴や深い轍<sup>わだち</sup>を手早く埋め、一部分はなんとか石で舗装までしたので、人力車でもその上を進むことができた。ヒューブナー男爵が見聞した当時は、彼の主張にもかかわらず、それは、「よく保守されて」いなかったことは確かであった〔Hübner, 1873〕。
- 5) 我がはこの地名がE. ケンペルのFinoo-Katoggeに相当することを知っている。ケンペルの著作では、日本に関する多くの古い文書を扱ったときと同様に、固有名詞がしばしば見分けがつかないほど改変されている。
- 6) O=大きい。Tsu=港。
- 7) クニッピング氏が大津の高度を144 mと表示したのは、追分や草津の高度についてと同様に、明らかな間違いである〔滋賀県庁の標高：約95 m〕。
- 8) 琵琶湖に潜んでいる魚のうち、最も重要で最もありふれたものとして、以下の名が挙げられる：コイ (*Cyprinus haematopterus*)、フナ (*Carassus Langsdorffii*)、ナマズ (*Silurus japonicus*)、アユ（あいと発音、*Plectoglossus altivelis*)、ウナギ (*Anguilla japonica*)。これらのほか、カラスガイ (*Anodonta*)、ウニオ (*Unio*)、シジミ (*Corbicula*)、カワニナ (*Melania*) 及びタニシ (*Palidina*) の種々の〔二枚貝の〕種が注目される。最近、レオン・メチコフ〔ロシアの地理学者：1838-1888〕は彼の『日本帝国』〔Metschikoff, 1878〕の中で琵琶湖にサンショウウオが産出するという古い時代の誤りを繰り返し述べている。
- 9) 1石=180.4 リットル。昔は大名や役人の収入はすべて米の石で決められていた。1石の価値は2.5ドルと5ドルの間で変化する。
- 10) ケンペルは別の物語を語っている：「ここでは1匹の蛇(?)または竜が湖岸を棲家にしてた。これに対して、人の背丈の倍ほどの長さで力の強いムカデ(蜈蚣)が、ここから2里離れた街道沿いの山または小高い円い丘—正にこの動物によってムカデ山という名を付けられた—に棲み、街道に出ては人を騒がせていたが、ある夜、湖岸に行って竜が生み残した卵を食い尽くした。このことで2匹の動物間に激しい争いが起こり、竜が勝ち残って、その危険な敵は死んでしまった。この出来事を記念して、人々は村の一地区のこの場所を依 藤太と名付け、このことがあった証拠を示すために神社を建立した。」〔ケンペル・斎藤, 1977〕
- 11) Shin=神道の神、最高存在者。kiyosuru=教える。Gan, Ganyaku=丸薬。
- 12) Mo=火、moyeru=燃える、Kusa=草本、草。
- 13) 艾が調製されるモグサ属(*Artemisia* sp.)、特に*Artemisia vulgaris* L.は、特に伊吹山に多産し、古くから有名である。
- 14) Kashiwabara、柏の原は、大きな葉の柏(*Quercus dentata* Thbg.)と原、すなわち未耕作の草地、森の草地から名付けられた。
- 15) 身分の高い旅行者が宿泊する宿屋。

## 訳注

- \*1 比叡花崗岩とよばれ、おもに粗粒黒雲母花崗岩からなり、97~95 Maと約72 Maの年代を示す(木村ほか, 1998)。琵琶湖を取り巻いて分布する花崗岩体の中では、年代がやや古いこと、化学組成のMgO/FeO比が高いことなど、他と異なる特徴を持っている(周琵琶湖花崗岩団体研究グループ, 2008)。良質な石材(白川石)として古くから採掘された。
- \*2 丹波帯のジュラ紀コンプレックスの一部(木村ほか, 1998)。ラインは「花崗岩が山稜全体の基盤を作り、粘板岩が花崗岩の上に重なっている」と記しているが、花崗岩は粘板岩を貫いているので、この説明は現在では正しくない。
- \*3 「比叡山山頂は玄武岩質である」というのは間違いで、山頂部は粘板岩(黒色頁岩)が花崗岩による接触變成作用を受けてできたホルンフェルスである(中村, 1931, p.190; 木村ほか, 1998)。
- \*4 Fernan Mendes Pinto (1509?-1583)。ポルトガルの冒険家、著述家。ザビエルの後継者として日本にも渡来したが、後にイエズス会を脱会した。『東洋遍歴記』(ピント・岡村, 1979/80)などの著作がある。
- \*5 「ラインの記事にはケンペルの日本誌を参考にして書いたところが少なくない」(中村, 1931, p.191の注)。中村が「ライン—中山道誌」(前半のみ)を翻訳した時点では、すでに呉(1928/29)によってケンペルの『日本誌』の邦訳が出版されていたので、これを参考にするのであったであろう。
- \*6 いまは大津峠という地名はない。現在の国道1号線の旧逢坂山関所のあたり(標高約165 m)であろう。
- \*7 山科区日ノ岡付近に小規模に分布する大阪層群深草層上部(脇田ほか, 2013)の粘土層に相当する(水野清秀氏のご教示による)。
- \*8 追分の右手(東方)にあるのは音羽山(標高 593 m)で、これを男山と呼んだのはラインの間違いである(中村, 1931, p.194)。
- \*9 京都・大津間の鉄道は、1878年に逢坂山トンネル(当時の日本最長の664.8 m)の掘削工事が始まり、1881年に開通した。その後、大津・長浜間、長浜・敦賀間も相次いで開通した(老川, 2014)。
- \*10 オーストリアの外交官(1811-1892)。1871年の世界旅行の折に日本各地を約2か月間旅行し、その日記風の見聞記を『世界周遊記第2部日本編』(Hübner, 1873)として刊行した。
- \*11 平安時代中期の武将、藤原秀郷(生没年未詳)の別名、平 将門の乱を制圧したことで有名(阿部, 2005)。三上山のムカデ退治伝説の主人公とされた。
- \*12 旧約聖書の「サムエル記」に登場する身長 3 mの巨人。青年ダビデ(後のダビデ王)に打ち負かされる。
- \*13 「近江富士」とよばれ、湖東地方の島状山地の1つ。標高 432 m。富士山に似た美しい山容を示すが、火山ではなく、丹波帯のチャートが浸食されてきた地形である(吉田ほか, 2003)。
- \*14 沖島は白亜紀の沖島溶結凝灰岩(湖東流紋岩類の一部)及び花崗閃緑斑岩からなる(石田ほか, 1984)。花崗岩による熱變成作用を受けたために黒ずんだ色を示す。
- \*15 幕末—明治期の本草学・植物学者(1803-1901)。名古屋出身。シーボルトから贈られた“Flora Iaponica”(Thunberg, 1784)を翻訳、注記して『泰西本草名疏』(伊藤, 1829)を刊行した。これはリンネの植物分類法を日本産の植物に適用した最初の書物であった。1881年より東京大学教授。日本の理学博士第1号(西村, 1989)による)。

**謝辞：**粟田焼の原料である日ノ岡土の地質についてご教示いただいた産業技術総合研究所地質調査総合センターの水野清秀氏に厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 阿部 猛編 (2005) 日本古代史事典. 朝倉書店, 東京, 731p.
- Hübner, M. Le Baron de (1873) *Promenade autour de monde, 1871, vol. 2, Japon*. Librairie Hachette & Co., Paris, 184p.
- 石田志郎・河田清雄・宮村 学 (1984) 彦根西部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 121p.
- 伊藤圭介 (1829) 『泰西本草名疏』. 上・下 2 冊. 花菱書屋.
- ケンペル, E. (著)・斎藤 信 (訳) (1977) 江戸参府旅行日記. 平凡社東洋文庫, 東京, 303, 371p.
- 木村克己・吉岡敏和・井本伸広・田中里志・武蔵野 実・高橋裕平 (1998) 京都東北部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 88p.
- 呉 秀三譯註 (1928/29) ケンペル江戸参府紀行 (上巻・下巻). 駿南社, 東京, 595p., 634p.
- Metchnikoff, L. (1878) *L'empire japonais. Pays, Temple, Histoire*. Imprimerie orientale de L'Atsume Gusa, Genève, 692p.
- 西村三郎 (1989) リンネとその使徒たち. 探検博物学の夜明け. 人文書院, 京都, 348p.
- 中村新太郎 (1931) 新訳日本地学論文集 (15) ~ (17), ライン—中山道誌. 地球, 16, 133-139, 188-199, 279-292.
- 老川慶喜 (2014) 日本鉄道史 幕末・明治篇. 中公新書, 東京, 227p.
- ピント, F. M. (著)・岡村多希子 (訳) (1979/80) 『東洋遍歴記』 (3 巻). 平凡社東洋文庫, 東京, 366 (320p.), 371 (360p.), 373 (323p.).
- Rein, J. J. (1880) Der Nakasendô in Japan, nach eigenen Beobachtungen und Studien im Anschluss an die Itinerar-Aufnahme von E. Knipping und mit Benutzung von dessen Notizen. *Petermann's Mittheilungen., Ergänzungsheft*, No. 59, S. 38.
- 周琵琶湖花崗岩団体研究グループ (2008) 比叡花崗岩体の形成史と白亜紀火成活動史における位置づけ. 地質学雑誌, 114, 53-69.
- Thunberg, C. P. (1784) *Flora Iaponica*. Lipsiae, Leipzig, 418p.
- ツェンペリー, C. P. (著)・高橋 文 (訳) (1994) 江戸参府随記. 平凡社東洋文庫, 東京, 583, 406p.
- 脇田浩二・竹内圭史・水野清秀・小松原 琢・中野聡志・竹内恵二・田口雄作 (2013) 京都東南部の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 124p.
- 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.
- 吉田史郎・西岡芳晴・木村克己・長森英明 (2003) 近江八幡地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 72p.

---

### 山田直利 (やまだ なおとし)

1953年東京大学理学部地質学科卒, 工業技術院地質調査所入所. 78年地質部地質第1課長. 88年地質標本館長. 2000年日本地質学会名誉会員. 専攻は岩石学・火山学・地学史 (理学博士). 2010年以降, 矢島道子と共にナウマン論文を翻訳. E-mail: naotosi-y@h7.dion.ne.jp

---

### 矢島道子 (やじま みちこ)

1975年東京大学理学部地質学科卒. 81年東京大学大学院理学研究科博士課程修了 (理学博士). 2016年より日本大学文理学部. 専攻は地学史 (主に日本, 古生物学). E-mail: pxio2070@nifty.com

---

## 訂正

J. J. ライン著「中山道旅行記」邦訳 (その 1) (本誌 6 巻 6 号) 2 章 1 節, 訳注 \*2 (201 ページ右段)

誤: 「廻国希観」

正: 「廻国奇観」 (八耳俊文氏のご指摘による).

---

YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2017) Japanese translation of "Der Nakasendô in Japan" (Rein, 1880), Part 2 From Kyoto to the border on Mino.

---

(受付: 2017 年 5 月 12 日)





## 朝比奈 健太 (あさひな けんた)

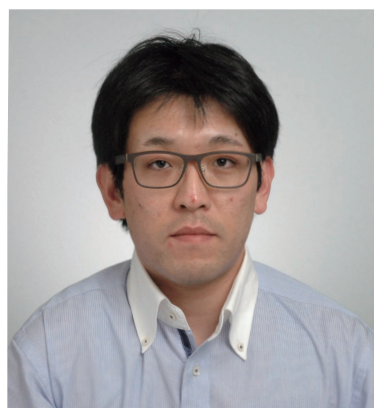
地圏資源環境研究部門 燃料資源地質研究グループ

2017年4月より、任期付研究員として地圏資源環境研究部門燃料資源地質研究グループに配属となりました。朝比奈健太と申します。私は2012年3月に筑波大学で学位を取得後、北海道大学と関西学院大学を経て、現在に至ります。5年ぶりにつくば市に戻り、故郷に帰った気分で新生活を送っています。

私は、有機化学の実験手法を用いた有機地球化学に関する研究を行ってきました。これまでに、石油探鉱に有用な有機物組成を用いた指標の開発や古環境解析に利用できる指標分子の創出を行ってきました。また、有機化学の持ち味である“ものづくり”の技術を利用して、精密な分析には欠かせない標準物質の合成も行っています。

これからの石油探鉱や未だ成因が解明されていない石油資源を解明する上で、有機物組成を用いた指標は、欠かせないツールです。今後は、これまでの

研究経験を活かし、新たな指標の構築や石油探鉱に必要な情報を提供することで、探鉱技術の向上、さらには石油関連企業の発展に貢献していきたいと思っています。皆様、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。



## 三澤 文慶 (みさわ あやのり)

地質情報研究部門 海洋地質研究グループ

2017年4月より、任期付研究員として地質情報研究部門海洋地質研究グループに配属となりました。三澤文慶と申します。私は東海大学海洋学部を卒業し、東京大学大学院新領域科学研究科の修士課程を経て、2013年3月に同大学院博士課程を単位取得退学、その後2014年9月に学位を取得しました。2013年4月から3年間は地質コンサルタント会社の物理探査セクションで勤務し、2016年5月より海洋地質研究グループにて産総研特別研究員として勤務し、現在に至ります。

専門は海洋地質学で、特に反射法地震探査を用いた海底下地質構造の研究を行っております。これまでの研究対象地域は相模トラフおよびスマトラ北西部沖です。

今後は、沖縄海域の海洋地質調査プロジェクトにて、南西諸島海域の海洋地質研究および海洋地質図の作成を行います。また、GSJには多様な分野の研

究者がいらっしゃいますので、自分自身も研究の視野を広げ、研究を進めたいと考えております。今後とも、ご指導・ご鞭撻の程、何卒よろしくお願ひ申し上げます。





## 阿部 朋弥 (あべ ともや)

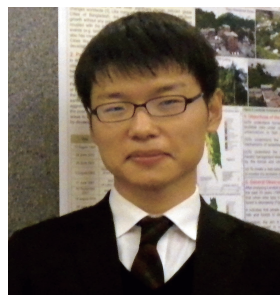
地質情報研究部門 平野地質研究グループ

2017年4月より、任期付研究員として平野地質研究グループに配属となりました。阿部朋弥と申します。私は、首都大学東京地理学教室を卒業し、2015年3月に名古屋大学地理学教室にて学位を取得しました。2013～2014年度は、研究指導委託学生として東北大学津波工学研究室に所属しました。学位取得後は、京都大学地質学鉱物学教室でのポスドクを経て、2016年4月から海洋地質研究グループにポスドクとして所属しました。

専門は、堆積学と地形学で、特に、自然災害イベントに伴う碎屑粒子の堆積過程と第四紀における沿岸域の地形発達史に関心があります。研究手法は、地形・堆積物の野外調査や碎屑粒子の形状解析、GISを用いた空間解析などを用いてきました。学部から博士課程にかけては、2011年東北沖津波や2013年台風ハイランなどの近年の津波・台風や歴史津波に伴う堆積作用について研究しました。学

位取得後は、京都大学で津波堆積物を用いた津波水理条件の逆解析法、産総研で沿岸海域の地質構造と活構造について研究しました。

今後は、沿岸域プロジェクトに関わり、第四紀堆積物の露頭調査やボーリング調査に基づき、沿岸域の地質構造や第四紀地殻変動を明らかにし、活断層評価や海陸シームレス地質図、陸域地質図の作成に貢献していきたいと思っています。今後ともどうぞよろしくお願いいたします。



## 中村 友梨江 (なかむら ゆりえ)

地圏資源環境研究部門 CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ

2017年4月より地圏資源環境研究部門・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループに産総研特別研究員として配属となりました中村友梨江と申します。学部から博士課程までは東北大学に在籍し、2017年3月に学位を取得いたしました。専門は鉱物学と結晶学です。これまでは単結晶X線回折法を主な手法として用い、低対称を示すガーネットの結晶構造と内部組織の対応からその成因と結晶成長の関係について結晶化学的な研究をしてきました。ガーネットは宝石としても利用される主要な造岩鉱物の1つであり、鉱物学・結晶学的にも多様なほか人工の希土類ガーネットはYAGレーザーに代表されるように無機材料として広く利用されています。ありふれた、非常に興味深い、広い分野で盛んに研究されている鉱物です。

これから産総研ではCO<sub>2</sub> 地中貯留におけるCO<sub>2</sub> の炭酸塩鉱物化について地球化学的な研究に取り組

むこととなります。私にとっては今までと異なる分野の研究ですが、初心に帰って勉強と研究に励み、新しい知識と技術を習得していきたいと考えています。みなさま、どうぞよろしくお願いいたします。



#### GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 岡井貴司  
副委員長 中島礼  
委員 井川怜欧  
児玉信介  
竹田幹郎  
山崎誠子  
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6巻第9号  
平成29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 : Takashi Okai  
Deputy Chief Editor : Rei Nakashima  
Editors : Reo Ikawa  
Shinsuke Kodama  
Mikio Takeda  
Seiko Yamasaki  
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. 6 No. 9  
September 15, 2017

**Geological Survey of Japan, AIST**

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



25頭のチョウは、2016年4月16日開催のGSJジオ・サロンにおいて、参加された一般の方々にご協力いただき作製した作品です。12万年前のサンゴの化石がつかわれています。

白く美しいこのサンゴ化石には多くの細かい穴があるため、通常の薄片作製方法では磨き粉(研磨材)が入り込んで黒い点々ができてしまいます。この25頭がもつ真っ白な美しさは、当所で開発された新しい作製技術によって生まれました。

(写真・文:地質調査総合センター  
地質情報基盤センター 佐脇貴幸・地質試料調製グループ)

Butterflies made of stone -A work by participants of the 4<sup>th</sup> GSJ Geo-salon-. Photograph and caption by Takayuki SAWAKI and Geological Sample Preparation Group