

# GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース

2021

9

Vol.10 No.9



# 9月号

- 
- 207 **5万分の1地質図幅「池田」の出版:世界第一級の大断層「中央構造線」が走る“阿波池田”地域の地質**  
野田 篤・宮崎一博・水野清秀・長田充弘
- 
- 214 **四国地域における表層土壌中有害金属類のリスク評価と評価基本図の公開**  
原 淳子・川辺能成
- 
- 218 **鳴石:猿が運んだチャート巨礫** 伊藤 剛
- 
- 221 **2021年度第1回地質調査研修(地質図作成未経験者向け)実施報告**  
利光誠一・柳沢幸夫・後藤宏樹
- 
- 225 **J.J.ライン著「1896年6月15日の釜石海面変動」邦訳**  
山田直利・矢島道子
- 
- 233 **書籍紹介 Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves**

# 5万分の1地質図幅「池田」の出版：世界第一級の大断層「中央構造線」が走る“阿波池田”地域の地質

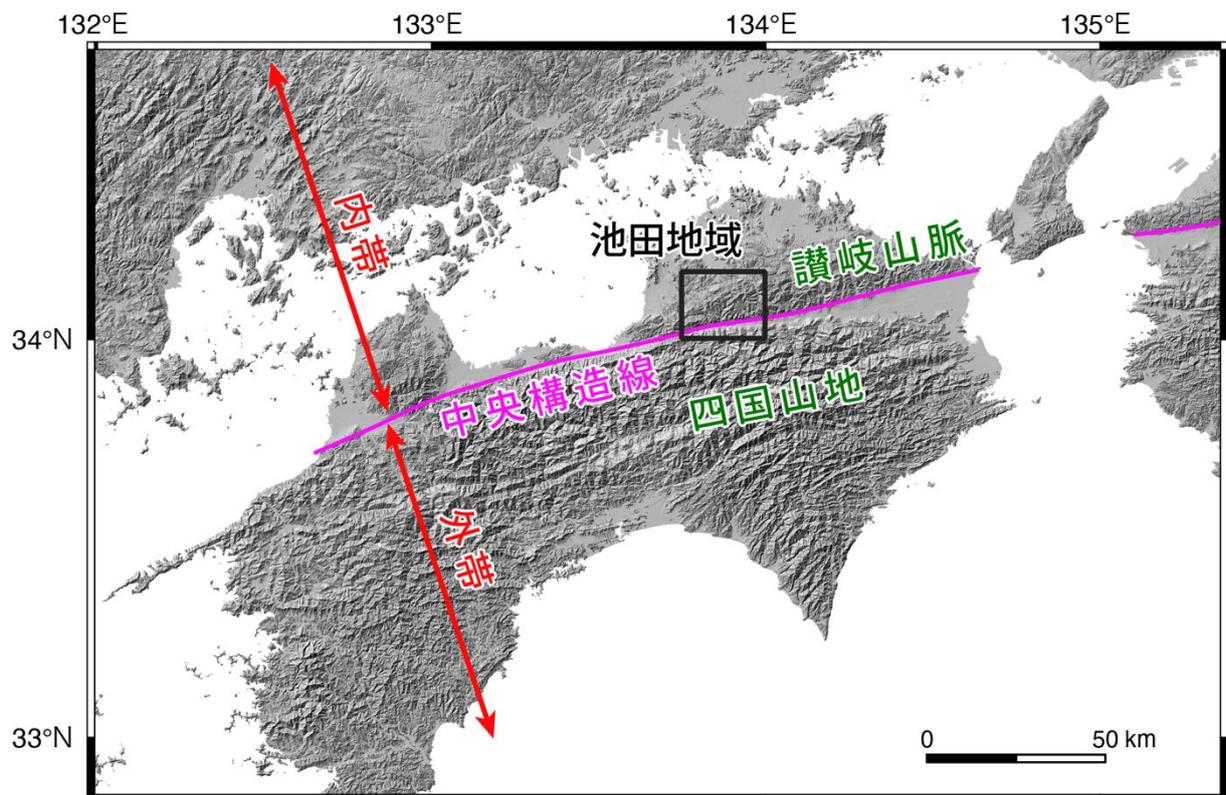
野田 篤<sup>1)</sup>・宮崎 一博<sup>1)</sup>・水野 清秀<sup>1)</sup>・長田 充弘<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

地質図(幅)は、植生や土壌をはぎ取った地面の下の地層・岩石の分布を表した地図のことで、資源開発や防災・減災、土木・建設、観光振興、環境保全対策など幅広い分野で基礎資料として利用される国土の基本情報であり、また日本列島の成り立ちや歴史を探る学術資料としても重要である。5万分の1の地質図幅は、産総研地質調査総合センター(以下GSJ)が出版する地質図類の中で最も高精度の地質図であり、日本列島を約1300に分割した区画ごとに地質調査を実施し、その結果をまとめたものである。GSJでは、地質調査のナショナルセンターとして全国各地域の

地質を調査・研究し、地質図幅の整備を行っている。

四国北東部の香川・徳島県境に位置する「池田」地域(以下、本地域)は、中心部に讃岐山脈が東西に延び、その南縁には西南日本の地質を南北に二分する世界第一級の大断層「中央構造線」がある(第1図)。本地域は、中央構造線を挟んだ両側の地質を観察することができるとともに、中央構造線の活断層があるため、学術的にも地震・土砂災害の観点からも重要な地域となっている。そこで、2015年度から本地域の地表踏査を開始し、述べ252日間の野外現地調査に加え、岩石試料の顕微鏡観察・化学分析や放射年代測定などの室内実験を経て、5万分の1地質図幅「池田」を刊行するに至った(第2図)。

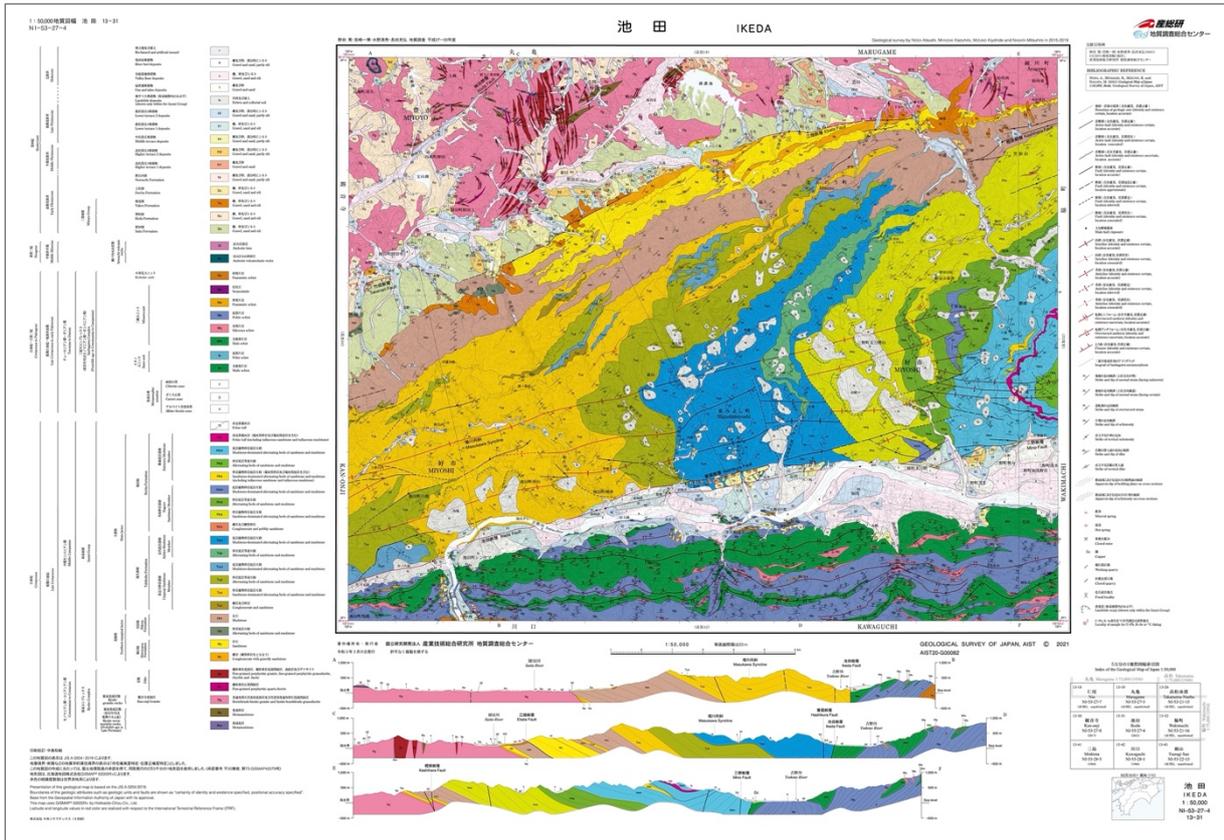


第1図 「池田」地域の位置と範囲。四国北東部の讃岐山脈と四国山地を含み、中央構造線が東西に横切る。中央構造線は、西南日本の地質を北側の内帯と南側の外帯に二分する。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

2) 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

キーワード：5万分の1地質図幅、四国、白亜紀、領家コンプレックス、和泉層群、三波川コンプレックス、瀬戸内火山岩類、三豊層群、中央構造線



第2図 5万分の1地質図幅「池田」(野田ほか, 2021)

## 2. 地質の概要

本地域の周辺では、中央構造線が西南日本の地質を北側の内帯と南側の外帯とに二分する(第1図)。本地域内の内帯には後期白亜紀の花崗岩・岩脈と高温低圧型変成岩類からなる領家コンプレックス、後期白亜紀の海成層からなる和泉層群、中新統の瀬戸内火山岩類がある(第3図、第4図)。一方、外帯には後期白亜紀～古第三紀暁新世の低温高圧型変成岩類からなる三波川コンプレックスが分布し、構造的低位から小歩危ユニット、三縄ユニット、イタノユニットに区分される。下部更新統として、讃岐山脈の北麓に三豊層群、山脈内に野呂内層、山脈の南麓に土柱層が分布する。三豊層群は三波川コンプレックスの変成岩類を起源とする結晶片岩礫を含む財田層、花崗岩礫を主体とする神田層、和泉層群の砂岩礫を主体とする焼尾層からなる。本地域内には地すべり堆積物が広く分布し、特に徳島県側の讃岐山脈に大規模なものが集中する。讃岐山脈の南縁には上部更新統の低位段丘堆積物や完新統を変位させる中央構造線活断層系の複数の活断層があり、讃岐山脈の北縁にも山脈に沿うように複数の断層が走っている。

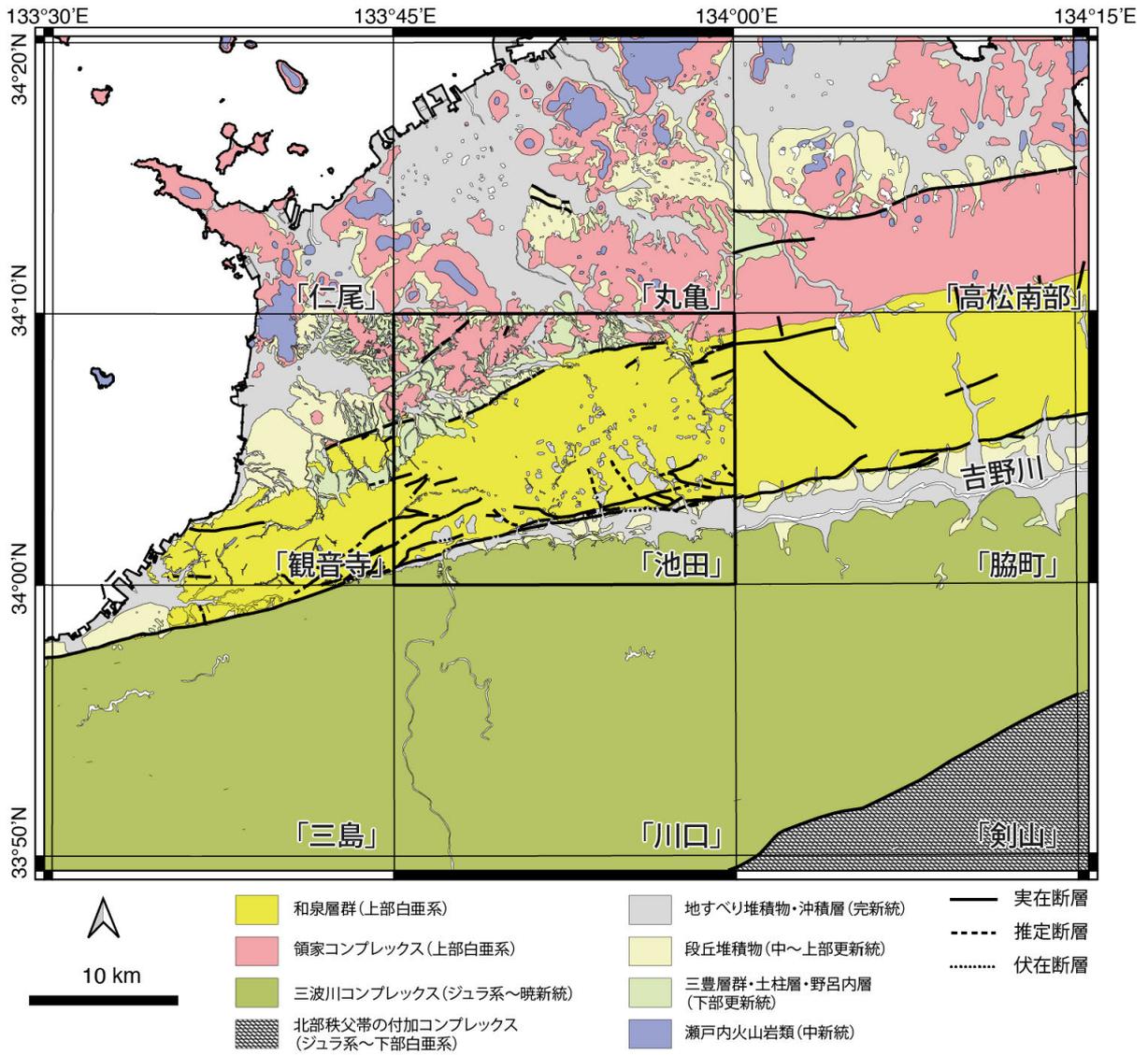
## 3. 地質の詳細

### 領家コンプレックス

領家コンプレックスは、領家花崗岩類(観音寺花崗岩)と岩脈及び高温低圧型変成作用を受けた領家変成岩類からなる。観音寺花崗岩は中粒の普通角閃石黒雲母花崗岩ないし花崗閃緑岩、岩脈は珪長質岩脈と苦鉄質岩脈からなる。観音寺花崗岩はジルコンのウラン-鉛放射年代(U-Pb年代)が9400万年～8800万年前(94-88 Ma、後期白亜紀チューロニアン期～コニアシアン期)を示すことから、約600万年間にわたって継続したマグマの供給によって形成された。領家変成岩類は、そのときのマグマの高熱によってできた変成砂岩と変成泥岩からなり、カリ長石堇青石帯の変成作用を被っている。変成相は角閃岩相低圧亜相である。変成砂岩中の碎屑性ジルコンのU-Pb年代の最若年代ピークが約258 Maを示すことから、原岩の堆積年代は後期ペルム紀であり、その年代は超丹波帯構成岩類の堆積年代に対比される。

### 和泉層群

和泉層群は四国西部から近畿地方にかけて狭長な分布を示す後期白亜紀の海成層であり、沈み込み帯に沿う大陸斜



第3図 「池田」地域周辺の地質概略図

面や前弧海盆に発達した海底扇状地の堆積物と考えられている。本地域の和泉層群は不整合をともなう浅海成砂岩・泥岩を主体とする北縁相と深海成砂岩泥岩互層を主体とする主部相からなる。北縁相は、領家コンプレックスの観音寺花崗岩と不整合で接し、中礫～大礫サイズの良く円磨された基底礫岩を伴う城山層とその上位の二枚貝やアンモナイト化石を産する厚い泥岩からなる引田層からなる。本地域の引田層は、アンモナイト化石帯の *Metaplacenticerus subtilistriatum* 帯に対比され、上部白亜系中部カンパニアン階に相当する。

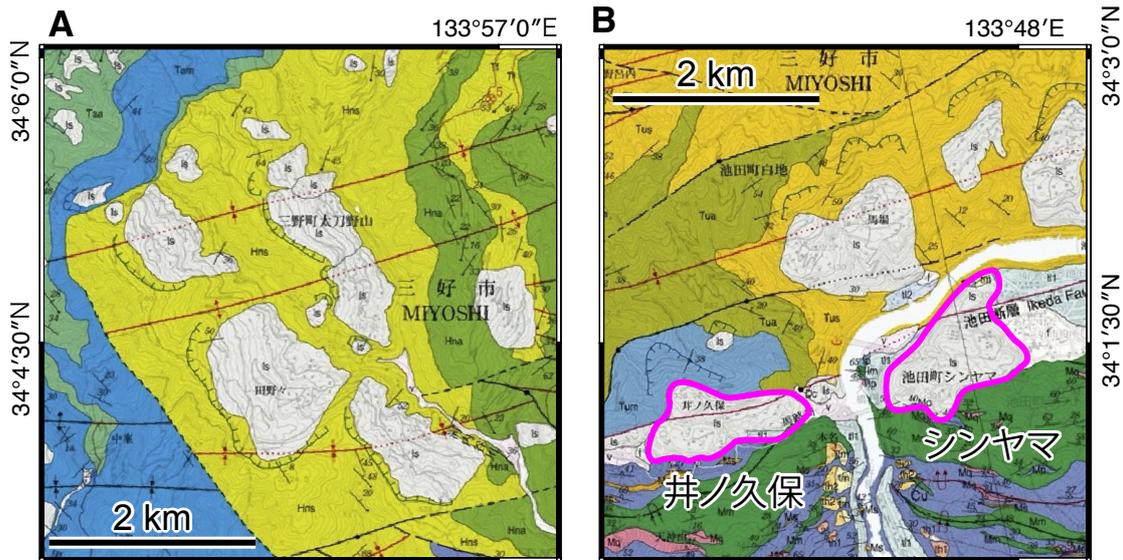
本地域の主部相は滝久保層と堀田層から構成され、見かけの層厚は 10 km 以上に及ぶ。主部相は、北縁相に対して整合または指交関係にある(第4図)。主に砂岩・泥岩・珪長質凝灰岩・礫岩からなり、その量比によって滝久保層

は下位から雲辺寺砂岩部層と足代泥岩部層、堀田層は名頃砂岩部層と勝浦泥岩部層に区分された。本地域に分布する主部相のうち、最下位の雲辺寺砂岩部層及び最上位の勝浦泥岩部層の珪長質凝灰岩に含まれる碎屑性ジルコンの U-Pb 年代は 79 Ma と 78 Ma (後期白亜紀の中期カンパニアン期) であり、両層の間に顕著な年代差は認められなかった (Noda et al., 2020)。このため、当時の主部相の堆積速度が非常に大きかった、もしくは主部相に供給されたジルコン粒子の生成に関わった火成活動の時期が限定的であった可能性が考えられる。

### 三波川コンプレックス

本地域の三波川コンプレックスは、北から南の順にイタノユニット・三縄ユニット・小歩危ユニットに区分でき、いずれも東西走向で北に傾斜した主片理  $S_1$  が発達する。





第5図 讃岐山脈に見られる地すべり堆積物の分布。(A) 三好市太刀野山田野々付近。地層と斜面方向(北東方向)同じ向きの斜面に大規模な地すべりが多く見られる。(B) 池田断層沿いの井ノ久保とシンヤマの地すべり。

はメタセコイアなどの植物化石が産出していて、堆積年代は前期更新世と考えられる。土柱層もメタセコイアを産出し、三豊層群とほぼ同時代と推定される。

#### 段丘堆積物・地すべり堆積物

本地域に分布する段丘堆積物は、堆積年代の古い順から高位1・高位2・中位・低位1・低位2段丘堆積物に区分され、いずれも河川成の礫層主体の地層である。中位段丘堆積物からは阿蘇4テフラ、低位段丘1堆積物中からは始良-Tnテフラ、低位段丘2堆積物上からは鬼界アカホヤテフラが見出されている。

本地域の讃岐山脈の南部には地すべり堆積物が広く分布し、和泉層群の地層の傾斜方向が斜面の傾斜方向と一致するところに多く見られる傾向がある(第5図A)。三好市池田町白地の井ノ久保地すべりや池田町シンヤマの地すべりが代表的であり、後者は吉野川左岸側(北側)の讃岐山脈の斜面が崩壊して、右岸側(南側)に乗り上げたと考えられている(第5図B)。

#### 中央構造線活断層系と讃岐山脈北麓の断層

讃岐山脈の南縁には中央構造線活断層系の池田断層・箸蔵断層・三野断層があり、いずれも第四紀の地層を切る活断層である(第6図)。讃岐山脈の北縁にも竹成断層・江畑断層・檜原断層などの断層があり、このうち江畑断層が段丘堆積物を変位させる活断層となっている。また、図幅北西部には、丘陵地帯の地形的なりニアメントに沿って、神田断層が走っている。

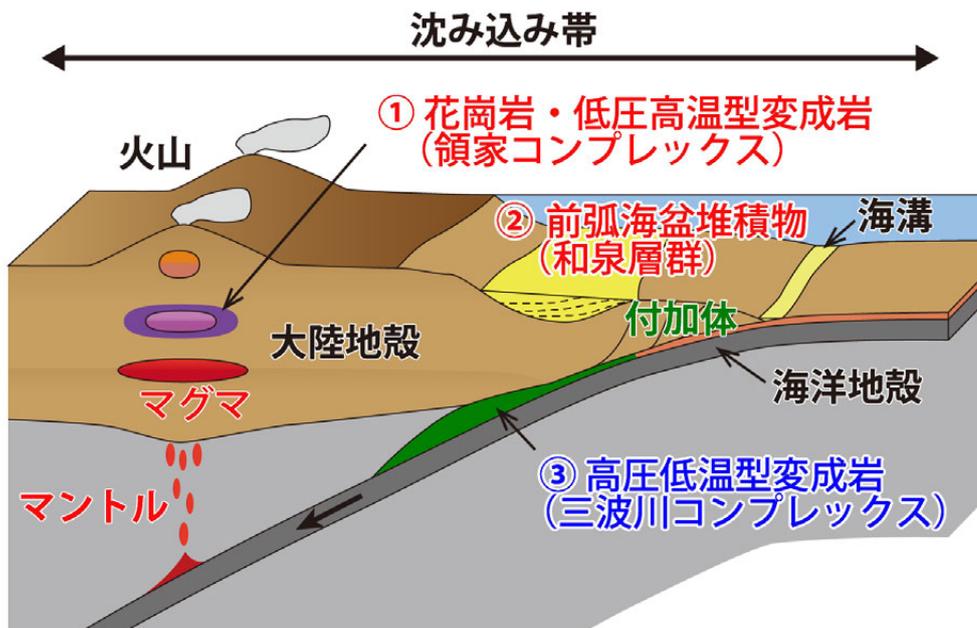
#### 4. 「池田」地域の形成史

以上のことから、本地域の地史は、以下のようにまとめられる。後期白亜紀の島弧地殻では、600万年間(94-88 Ma)にわたって地下深部に花崗岩マグマが供給され続け、その火成活動にともなって島弧地殻内のペルム紀付加体構成岩類が高温低圧型変成作用を受けた(第7図)。それとほぼ同じ時期(93-74 Ma)に沈み込み帯の海溝付近で堆積した土砂が海洋プレート(ジュラ紀の苦鉄質岩)とともに地下20-35 kmにまで沈み込んでいった。これと並行して(79-78 Ma)、島弧前縁の前弧堆積盆では、地下深部から地表に露出した領家コンプレックスの観音寺花崗岩を不整合に覆って、急激な堆積が起きた。後期白亜紀末期～古第三紀初期(74-62 Ma)に、沈み込み帯のプレート境界深部では延性変形をともなう低温高圧型変成作用が起り、三波川コンプレックスの変成岩類が地下深部から上昇を始めた。このように同時期に並行して進行した火成・変成・堆積作用は、沈み込み帯前弧域における物質輸送の各過程を反映していると考えられる。つまり、本地域は、地下深部への多量のマグマ供給、島弧地殻の活発な隆起・剝削、前弧堆積盆・海溝への土砂供給、海溝充填堆積物の地下深部への沈み込みといった沈み込み帯の各過程で形成された異なる種類の岩石を観察することができるため、地質学的に重要な地域であると言える。

この後、中新世(約15 Ma前後)の日本海拡大期には、瀬戸内地域を中心とする広域的な火成活動により、領家コン



第6図 「池田」地域の断層。讃岐山脈の南縁には中央構造線活断層系の池田断層・箸蔵断層・三野断層が、北縁には竹成断層・江畑断層・榎原断層が見られる。北西部の丘陵地帯には神田断層がある。



第7図 「池田」地域に見られる上部白亜系基盤岩類の形成場

プレックス分布域に瀬戸内火山岩類が堆積した。前期更新世(2.5 Ma以降)には、当時の西南日本の広域的な地殻応力場の変化に呼応して、中央構造線の活動が活発となった。これにより、讃岐山脈が隆起を開始し、讃岐山脈の北麓と南麓でほぼ同時期に三豊層群や土柱層が堆積した。ただし、三豊層群財田層の堆積終了時期(約1.3 Ma)までは香川県側に結晶片岩礫を供給する流路があったと考えられ、それは隆起しつつある讃岐山脈を横切るように四国山地から北向きに河川が流れ込んでいた可能性(植木, 2001)、または南側の三波川コンプレックスを給源とする河川が淡路島周辺を通過した後、隆起した讃岐山脈の北縁に沿って西向きに流れ込んでいた可能性(水野, 2018)などが推定されている。

## 5. まとめ

本地域には、島弧地殻内の火成変成作用、島弧地殻表層の堆積作用、プレート境界深部の変成作用といった異なる作用によって、ほぼ同時期に形成された岩石が隣接して分布するという沈み込み帯に特徴的な地質構造を示している。「池田」図幅は、沈み込み帯に位置する日本列島の成り立ちの解明につながる情報が詰まった重要な地域の地質図であるため、さまざまな種類の地質が観察できる利点を生かした地学教育や観光産業の基礎資料としての活用が見込まれる。また、活断層や地すべりなどの地震・土砂災害に対する防災・減災の観点からも地質図幅の利用が期待される。

## 文 献

- 水野清秀(2018) 鮮新-更新世堆積盆地の形成史研究とその中での広域テフラの役割. 第四紀研究. 57, 85-95.
- Nagata, M., Miyazaki, K., Iwano, H., Danhara, T., Obayashi, H., Hirata, T., Yagi, K., Kouchi, Y., Yamamoto, K. and Otoh, S. (2019) Timescale of material circulation in subduction zone: U-Pb zircon and K-Ar phengite double-dating of the Sanbagawa metamorphic complex in the Ikeda district, central Shikoku, southwest Japan. *Island Arc*, **28**, e12306.
- Noda, A., Danhara, T., Iwano, H. and Hirata, T. (2020) LA-ICP-MS zircon U-Pb ages of felsic tuffaceous beds in the Takikubo and Horita formations, Izumi Group, Ikeda district, eastern Shikoku, southwestern Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, **71**, 33-48.
- 野田 篤・宮崎一博・水野清秀・長田充弘(2021) 池田地域の地質. 地域地質調査報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 150p.
- 植木岳雪(2001) 香川県中部, 阿讃山地北麓の三豊層群: その記載と鮮新世以降の古地理の変遷. 地学雑誌, **110**, 708-724.

---

NODA Atsushi, MIYAZAKI Kazuhiro, MIZUNO Kiyohide and NAGATA Mitsuhiro (2021) 1:50,000 Quadrangle Geological Map of "IKEDA": The geology of the area where a world-class fault system runs through.

---

(受付: 2021年6月25日)

# 四国地域における表層土壌中有害金属類の リスク評価と評価基本図の公開

原 淳子<sup>1)</sup>・川辺 能成<sup>1)</sup>

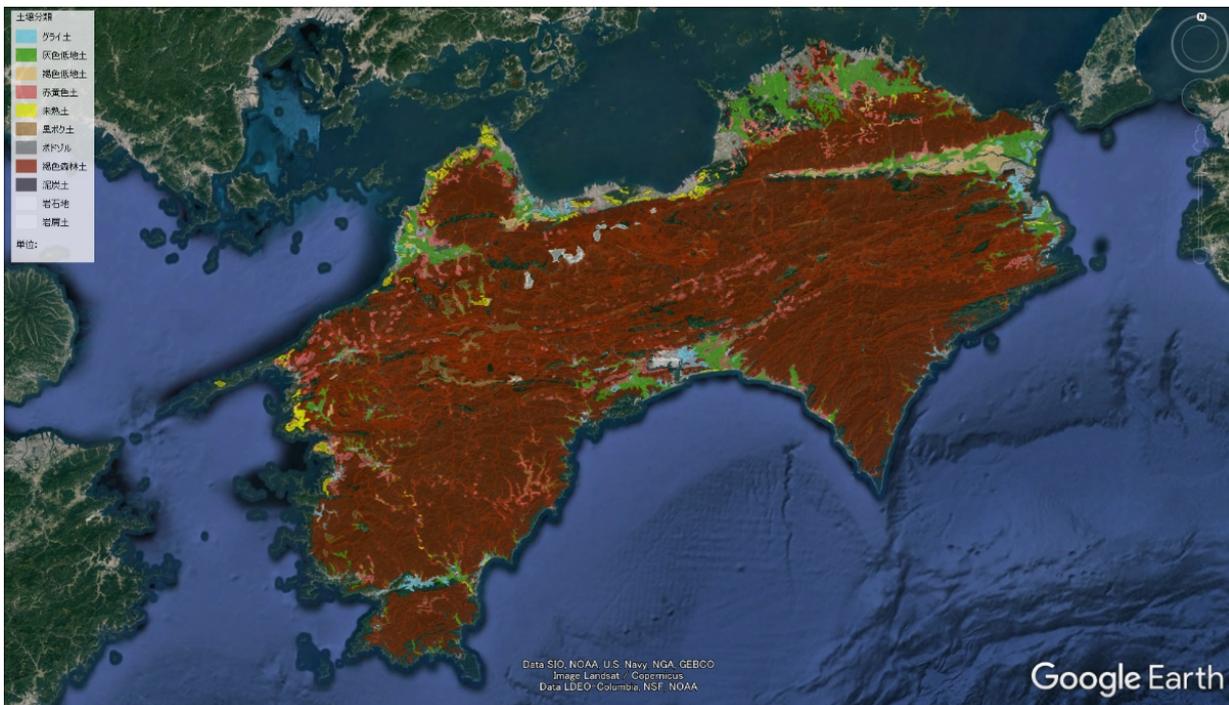
※本稿は2021年3月に、産業技術総合研究所地質調査総合センターが行ったプレス発表を修正・加筆したものです。

## 1. はじめに

近年、気候変動や地震活動に伴う大きな斜面崩壊、土砂崩れ、洪水、津波等の災害に伴い、表層土壌が我々の生活空間になだれ込むことで受ける影響は大きい。さらにダム、鉄道、道路等の各種インフラ工事に伴って問題となる自然由来の重金属類を含む残土処理やその環境対策には、膨大な対策費用がかかる上に、周辺住民からの理解が得難いところがある。このような社会的背景から、表層土壌中の有害元素に関するバックグラウンド情報の必要性が高まっている。

我々はこれまで、県単位の土壌調査を実施し、土壌地化学情報と有害元素のリスク評価をマップとして情報公開してきた(原ほか, 2008a, b, 2012, 2014, 2017)。しかし、近年の法改正や前述したような必要性の高まりから、

全国を網羅的に情報整備することを優先し、より広域な地方単位の土壌調査を開始した。さらに、土壌情報と共に表層地質、流域、希土類元素の含有量情報を加えることで、地質条件との相関関係を得やすくした。今回調査対象とした四国地域は、高知・徳島県南部海岸域が南海トラフ地震の津波対策強化地域に指定されているほか、台風等の豪雨による土砂災害や洪水も近年頻繁に発生しており、堆積残留した土砂の管理が求められている。さらに、北部の香川・愛媛県には両県を横断する四国新幹線のインフラ整備計画が長年に亘って議論されており、今後生じうる土地改変時の環境影響評価への貢献が見込まれるなど、将来的な社会的需要が期待される。2021年3月に公開した土壌評価図シリーズE-8「表層土壌評価基本図～四国地域～」(原ほか, 2021)は、広域単位に変更後、初の出版物となる(第1図)。



第1図 四国地域の表層土壌評価基本図 ※この図は土壌分類を示す(ダウンロードデータをGoogle Earthで閲覧可能)

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：土壌、リスク評価、四国地域

## 2. 表層地質および過去の鉱業活動を反映する土壌中重金属類の高ポテンシャル域

四国地域には、かつて600を超える金属鉱山が存在しており、銅鉱、硫化鉄鉱の生産が盛んな地域であった(日本の地質「四国地方」編集委員会, 1991; 日本地質学会, 2016)。現在、過去に稼働した金属鉱山はすべて閉鎖しているが、四国地域は全体に丘陵地が多く、浸食を受けやすいうえに表土の層が薄い特徴を有している。したがって、表層土壌が周辺金属鉱山および土壌の元になる基盤岩の影響を受けやすく、表層土壌中に含まれる自然由来重金属類の含有量が高い可能性がある地域と予想された。今回の調査では、多くの地域で表層土壌中の自然由来重金属類が直下の基盤岩の種類に関係している結果が得られた。

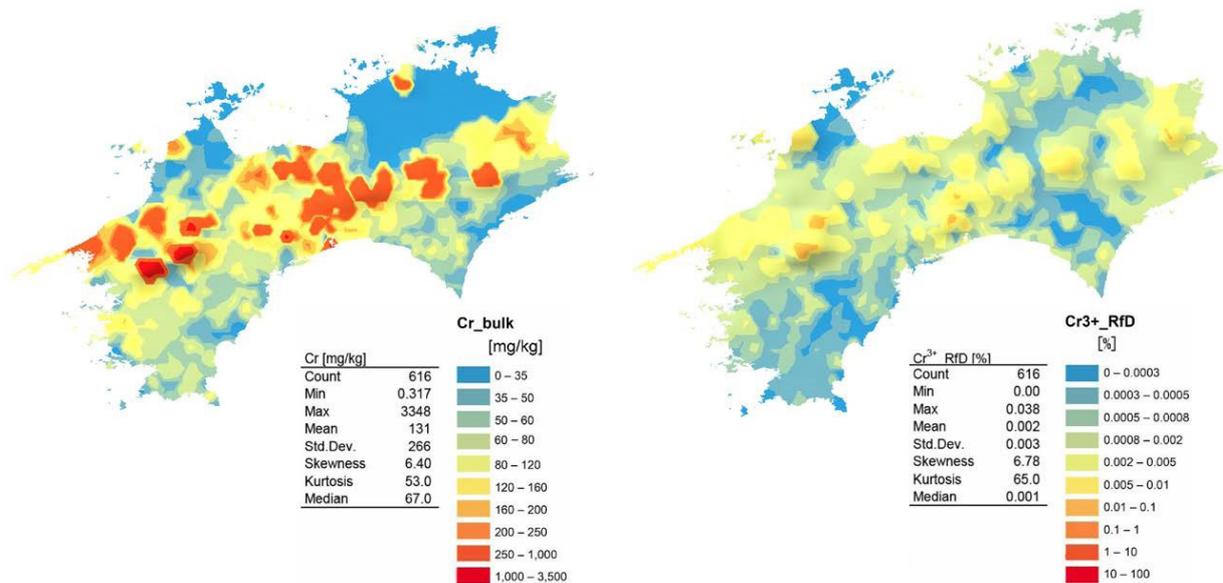
四国地域で顕著な鉱床群は銅、マンガンであるが、銅、マンガンを含む主要金属鉱床は、中央構造線の南側(内帯)に存在し、銅鉱床はその8割が三波川帯に、マンガン鉱床は三波川帯、秩父帯、四万十帯と東西に方向に延びる帯状構造に沿って分布している。分布域はいずれも山間部に位置しており、表層中の銅、マンガン含有量を高めていた。

本評価基本図では、四国地域における表層土壌についてクロムやヒ素などの12元素(Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Pb, U)の重金属類の濃度分布(環境省告示18号, 19号試験に基づく溶出量分布, 含有量分布および蛍光X線を用いた全含有量分布)を明らかにするとともに、得られた地化学情報を元に各種暴露経路を想定した人体への

健康影響についてリスク評価を実施している。調査した有害元素の中で、四国地域において特に懸念されたのがクロムである。

土壌調査の結果、古生代の超苦鉄質岩(黒瀬川帯)、中生代の三波川帯苦鉄質片岩部および御荷鉾緑色岩類が表層に露出する地域で、高濃度のクロムを含有する土壌の分布が見られた。しかし、そのほとんどは構成鉱物中にとどまり、高濃度分布域も山間部の基盤岩周辺に限られた。また、流域への溶出も基盤岩周辺の河川上流部に限られ、広域な移行は認められず、含有量に比べて溶出値は低く推移した。高濃度のクロムを含有する土壌は、土地利用を変更せず、空気と触れることのない還元環境で三価クロムとして安定に存在していれば、高濃度含有する地域においても人体には影響がない(第2図)。しかし、安定な三価クロムが酸素に触れて六価クロムへと変化しただけで、クロムは強い毒性、腐食性、発がん性を持つ毒物へと変化する。従って、クロム濃度が高い地域で集中豪雨等によりクロムを含む土砂が流出した場合、空気と触れて酸化された六価クロムは土壌から河川や地下水等への移行が促進される可能性があり、不測の事態には適切なリスク管理等が必要と考えられた。

一方、沿岸域および河川下流域の土壌で、周辺より高い水溶出量を示したのがヒ素であった(第3図)。四国地域全体を見ると、土佐湾に面する高知県の沿岸域では、ヒ素の水溶出量の高い地域がほとんど見られない。それに対し、愛媛県北西部～北部地域にかけての平野部、香川県坂出市

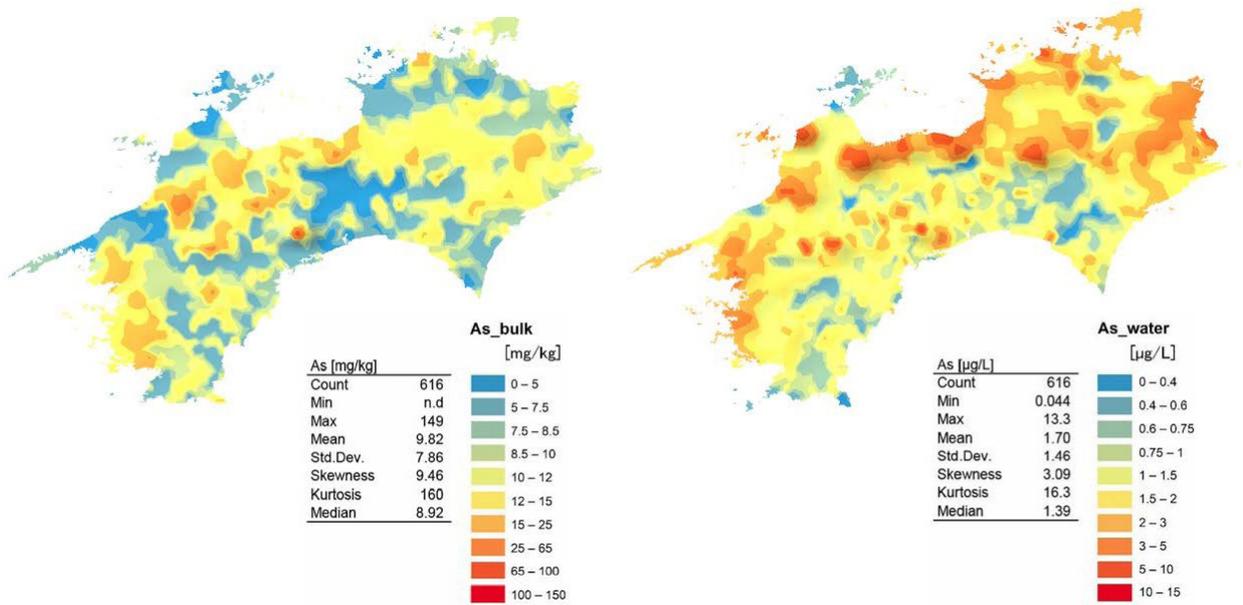


第2図 クロムの含有量分布(左)とリスク評価図(右)

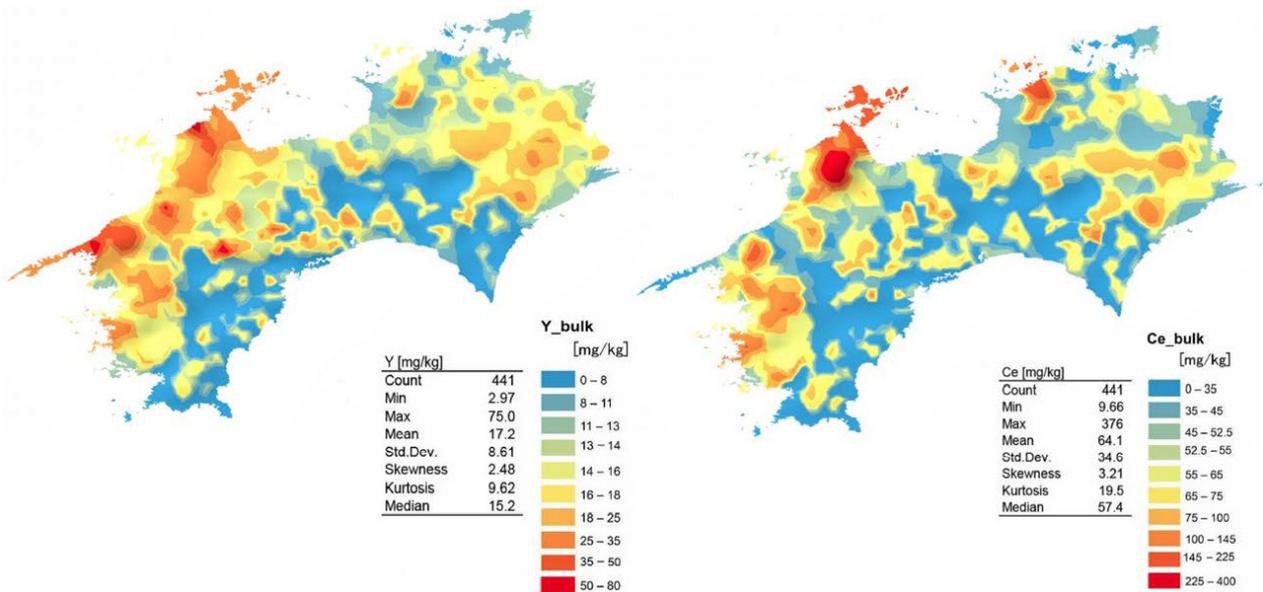
東部および本津川から香東川下流域、徳島県吉野川下流域、那賀川下流域は、環境基準(0.01 mg/L)に達しないものの、周囲より高いヒ素の水溶出量(0.002 ~ 0.0075 mg/L)を示した。これらヒ素の水溶出量の高い地域は、いずれも上流にかつて稼行した金属鉱床が分布する、もしくは精錬活動の履歴を有しており、下流平野部の土壤への2次的な付加に起因して周辺よりもヒ素の溶出値を高めていた。ただし、人体への吸収量は暴露経路によって濃度レベルが異なるため、リスク評価の結果、人体へのリスクはないと判断された。

今回公開する表層土壌評価基本図には、有害金属類およ

び土壤を構成する主要元素に関する情報に加え、土壤中の希土類元素16成分(Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)の含有量情報が含まれる。土壤の母材となった表層地質情報と対比すると、愛媛県に分布する領家花崗岩類分布域、三波川帯の銅鉱床分布域および秩父帯北部および黒瀬川帯の鉄・マンガン鉱床分布域、さらに点在する石灰質の堆積岩、変成岩、付加体海成層で希土類元素の含有量が高い傾向が見られた(第4図)。土壤中の希土類元素のうち、ランタン、セリウム、ネオジムは同地域の河川堆積物試料の平均値より高い傾向にあり、土壤種ごとの希土類元素の含有量を比較すると、ス



第3図 ヒ素の含有量(左)と水溶出量分布図(右)



第4図 希土類元素の含有量分布例(Y(左), Ce(右))

カンジウム、ユウロピウム以外の希土類元素は泥炭土に優位に含まれる傾向にあることが明らかとなった。土壌中の希土類元素は、そこで生産される農作物へ移行することが報告されているが、希土類元素の土壌中での動態や植物体への吸収機構についてはまだ研究が浅く、未解明な点が多い(Ramos *et al.*, 2016)。そのため、農作物への移行パラメータ情報は有害性が明白な重金属類に比べて少ない。希土類元素は一般に生体系におよぼす影響は小さいと考えられてきたが、正確なリスク評価を実施するには今後の要素研究の蓄積が期待される。

### 3. おわりに

ここでは、有害元素のうち、四国地域で特徴の見られた元素を例に濃度および人体健康リスク分布状況を述べた。有害元素は、その元素の存在形態や価数が変化するだけで毒性が変化する。そのため、災害や人為的土地改変が生じれば、有害元素が露出し、暴露リスクが懸念される地域も出てくる。また、河川下流域で有害元素の蓄積が見られるような地域では、現状で問題がなくとも、豪雨等に伴う河川氾濫で上流から運搬された土砂により溶出リスクが高まる可能性は高い。我々の整備している情報は、現在の土地利用の状態下で土壌中に安定に存在している元素情報である。現状では人体リスクの見られない地域も状況の変化でリスクが高まる可能性もある。そのため、周辺に比べて高ポテンシャルな地域かどうか等の情報を精査し、今後の土地改変や災害対策に役立てて頂きたい。

さらに今後、評価基本図のリスク評価に加えるべき元素にフッ素、ホウ素がある。フッ素およびホウ素は、鉛、ヒ素、六価クロムと同様に国内の土壌汚染事例件数が多いが、軽元素ゆえに抽出過程による濃度誤差が大きく、現在の評価基本図にはこれらのリスク評価に必要な情報が含まれていない。現在、フッ素およびホウ素の情報整備を進めるとともに、直近研究データを含めたりスク解析手法の確立を進めている。

### 文 献

- 日本地質学会 (2016) 四国地方 (日本地方地質誌 7). 朝倉書店, 679p.
- 日本の地質「四国地方」編集委員会 (1991) 四国地方 (日本の地質 8). 共立出版, 284p.
- 原 淳子・川辺能成・駒井 武・井本由香利・杉田 創 (2008a) 表層土壌評価基本図～宮城県地域～. 産総研地質調査総合センター, CD-ROM.
- 原 淳子・川辺能成・駒井 武 (2008b) 表層土壌評価基本図～鳥取県地域～. 産総研地質調査総合センター, CD-ROM.
- 原 淳子・川辺能成・駒井 武 (2012) 表層土壌評価基本図～富山県地域～. 産総研地質調査総合センター, CD-ROM.
- 原 淳子・川辺能成・張 銘 (2014) 表層土壌評価基本図～茨城県地域～. 産総研地質調査総合センター, CD-ROM.
- 原 淳子・川辺能成・坂本康英・張 銘 (2017) 表層土壌評価基本図～高知県地域～. 産総研地質調査総合センター, 96p.
- 原 淳子・川辺能成・坂本康英・張 銘 (2021) 表層土壌評価基本図～四国地域～. 産総研地質調査総合センター, 124p.
- Ramos S. J., Dinali G. S., Oliveira C., Martins G. C., Morerira C. G., Siqueira J. O. and Guilherme L. R. G. (2016) Rare Earth Elements in the Soil Environment. *Current Pollution Reports*. 2, 28–50.

---

HARA Junko and KAWABE Yoshishige (2021) Risk assessment of toxic metals in subsurface soils in Shikoku region and publication of geochemical and risk assessment map.

---

(受付：2021年6月30日)

# 鳴石：猿が運んだチャート巨礫

伊藤 剛<sup>1)</sup>

栃木県足利市小俣町には、「鳴石<sup>なるし</sup>」と呼ばれる巨石が存在する(写真 1A, B)。この巨石は、大同 3 (808) 年にその南方に位置する鳴動山(現在の石尊山<sup>せきそんざん</sup>)の山頂から猿によって運ばれたという伝承がある(写真 1C)。鳴石は、筆者が調

査を行った 5 万分の 1 地質図幅「桐生及足利」の地域内にある。鳴石周辺の地質情報とともに、その伝承を紹介する。

「桐生及足利」地域は、群馬県と栃木県の県境に位置する(第 1 図 A, B)。地域の北東部を広く占める山地は足尾山地



写真 1 鳴石とその説明版。(A) 鳴石の全体像。(B) 泥岩薄層を挟み弱い成層構造を呈するチャート。(C) 鳴石の説明版。

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、ジュラ紀付加体、足尾山地、石尊山、栃木県

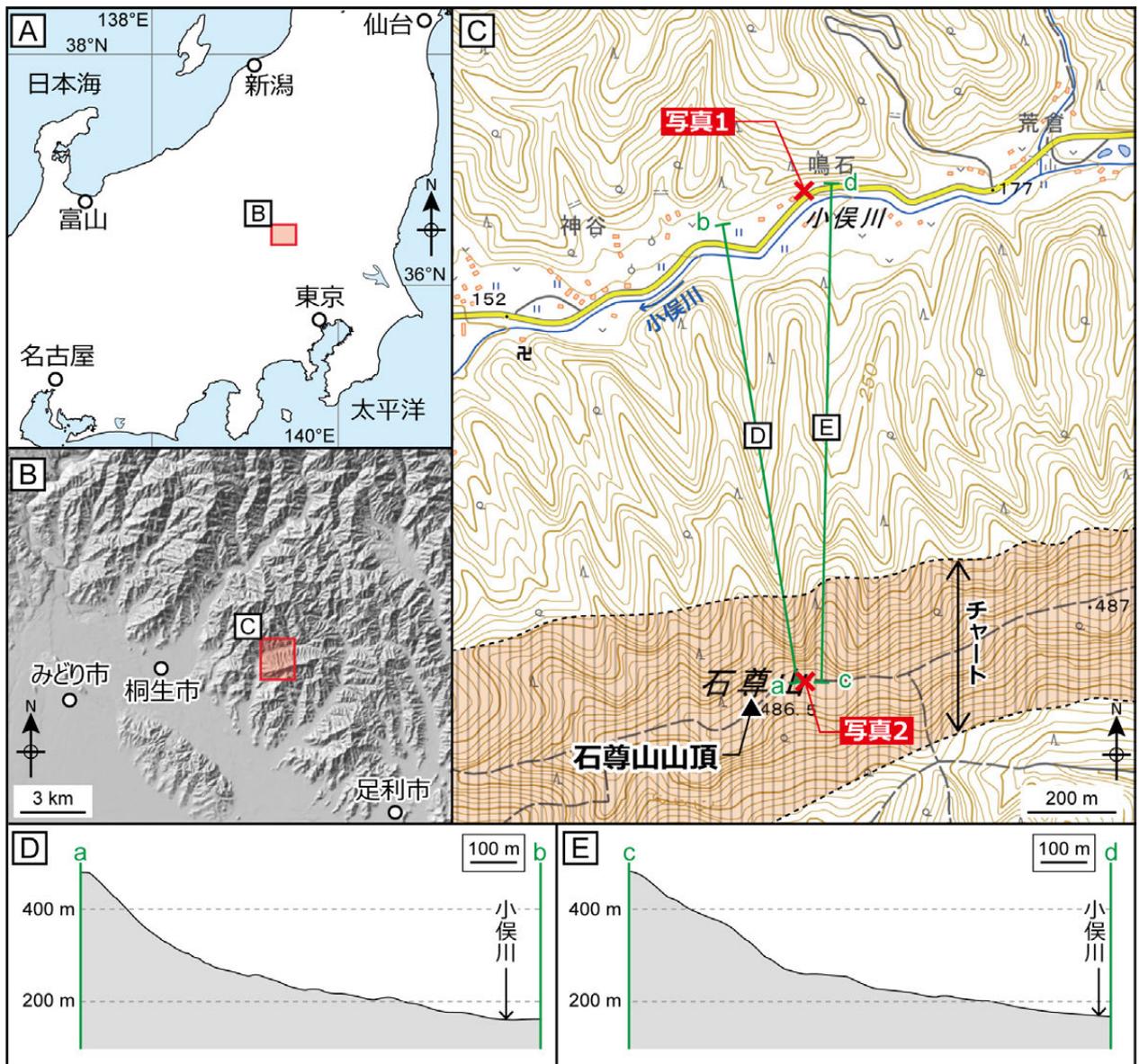
と呼ばれ、ジュラ紀付加体が広く露出する(伊藤, 2021). このジュラ紀付加体は、構成岩類や変形構造に基づいて黒保根-桐生コンプレックス・大間々コンプレックス・葛生コンプレックス・行道山コンプレックスの4コンプレックスに区分される(伊藤, 2021). 黒保根-桐生コンプレックスの主要構成要素は泥岩とチャートであり、鳴石やその周辺は同コンプレックスの泥岩の分布域にあたる.

鳴石は、栃木県足利市小俣町の県道218号沿いに鎮座している(第1図C). 長径4m程度の楕円球状の巨礫であり(写真1A), 再結晶化が著しい明灰色チャートからなる. このチャートは1mm以下の泥岩薄層を挟んで弱く成層する

(写真1B).

鳴石の最も近傍のチャートは、石尊山からその東方の深高山への尾根に沿って東西方向に分布する(写真2A). 石尊山の山頂周辺には再結晶化の著しい灰色~明灰色チャートが露出しており、このチャートは泥岩薄層を伴って弱く成層する(写真2B). 鳴石が人為的に運ばれた可能性やそもそも転石ではない可能性、あるいは今は存在しないチャート露頭が近傍に存在した可能性を除外すれば、伝承通り石尊山周辺のチャートに由来すると考えられる.

猿が運んだ以外に、自然現象により運ばれた可能性はあるだろうか? 石尊山から深高山へ東西に延びる稜線に沿っ



第1図 鳴石の位置と石尊山-鳴石の断面図. (A)「桐生及足利」地域の位置. (B)「桐生及足利」地域の地形陰影図. 国土地理院の発行する地形陰影図 (<https://maps.gsi.go.jp/>) を加工して作成. (C) 鳴石周辺の地形図. 国土地理院の発行する地形図 (<https://maps.gsi.go.jp/>) を加工して作成. チャートの分布は伊藤(2021)に基づく. (D) 石尊山-小俣川(a-b)の地形断面図. (E) 石尊山-小俣川(c-d)の地形断面図.



写真2 石尊山山頂東方の稜線沿いに露出するチャート。(A) 稜線をなすチャート。(B) 泥岩薄層を挟み弱い成層構造を呈するチャート。



写真3 足尾山地の子連れ猿と山藤。(A) 林道を横切り山へ向かう山猿。栃木県鹿沼市上永野で撮影。(B) 林道沿いに咲いている山藤。同市上久我で撮影。

てチャートが露出し、その北側斜面は泥岩の分布域である(第1図C)。そして稜線から北に複数のV字谷が形成されている。石尊山東方の稜線から鳴石付近までの谷の地形断面を第1図D、Eに示した。特に断面図a-b(第1図D)にみられるように、チャートからなる稜線付近では斜面の傾斜が急であり、地形断面はいわゆるサイクロイドのような曲線を描く。石尊山山頂周辺のチャートが崩れてこの斜面を転げ落ちた場合、小俣川周辺、少なくとも石尊山の北麓までは運ばれうるだろう。一方、鳴石の現在位置は小俣川よりも北側であり、この川を越える必要がある。厳密には斜面を石が転がるシミュレーションが必要であろうが、石尊山から転がってきた4mのチャート礫が鳴石まで届くにはかなりの速度が必要であるように思われる。鳴石の周辺を含む足尾山地には猿が生息しており、また鳴石を運ぶのに猿が使ったといわれる藤蔓もよくみられる(写真3)。石

尊山からチャート巨礫が音を鳴らしながら斜面を転がり小俣川周辺に至る。小俣川を越える最後の数10m、伝承のように猿の尽力があったのかもしれない。

## 文 献

伊藤 剛(2021)足尾山地のジュラ紀付加体の地質と対比: 5万分の1地質図幅「桐生及足利」地域の検討。地質調査研究報告, 72, 201-285.

ITO Tsuyoshi (2021) Narushi: A chert boulder carried by wild monkeys.

(受付: 2021年7月8日)

# 2021 年度第 1 回地質調査研修 (地質図作成未経験者向け) 実施報告

利光 誠一<sup>1)</sup>・柳沢 幸夫<sup>2)</sup>・後藤 宏樹<sup>1)</sup>

2021 年 5 月 31 日(月)～6 月 4 日(金)に、2021 年度第 1 回地質調査研修を実施しました。本研修は、地質調査総合センター募集特定寄附金：GeoBank (<https://www.gsj.jp/geobank/index.html>, 閲覧日:2021 年 6 月 14 日)によるジオ・スクール事業の一環として、2017 年度から開催しています(鹿野・村岡, 2018; 内倉ほか, 2019; 利光ほか, 2021)。産総研地質人材育成コンソーシアム(会長: 田中裕一郎)に参加する企業・大学等の会員と連携して、産総研地質調査総合センター(GSJ)が実施する事業のひとつです。

今回の研修では、地質図を作成した経験はないが、今後業務として、その技術・知識や作成に関わる工程を知っておきたいといった方々、特に企業の地質調査初心者を対象に募集しました。また、その狙いは、室内で岩石や地層の見方等を理解した上で、野外での観察ポイントからまとめまで、地質図を作成するための一連の基本的事項を 5 日間の研修で習得していただくことでした。

昨年度から開始した地質図作成未経験者向けプログラムでは、前半の 2 日間につくば市の産総研で室内座学を行い、後半の 3 日間に福島県いわき市などで野外実習を行います(利光ほか, 2021)。今回は昨年度の実施状況を踏まえ、野外実習の時間を増やすため前半の座学を 1.5 日間に減らし、後半の 3.5 日間を、茨城県ひたちなか市および福島県双葉郡広野町といわき市周辺地域での野外実習に充てました。室内座学の主講師は柳沢が務め、これを利光と後藤が補助しました。また、野外実習は利光が主講師を、後藤が補助を務めました。参加者は企業や団体、大学などの地質技術者や関連業務従事者など 6 名でした。

室内座学研修では、基礎的な地質調査の知識をスライドと資料で学び、合間に野外実習の理解を助けるために砂の粒度表の作成や岩石標本の観察、柱状図作成、地質図学の演習、地質断面図作成などを行いました。

一方、野外実習では、室内での演習で経験した露頭記載や柱状図の作成を、実際の地層を観察しながら実践しました。昨年は 5 万分の 1 地質図幅「川前及び井出」(久保ほか, 2002)内のいわき市大久町<sup>おおひさまち</sup>地域を主調査実習地として、白

亜系双葉層群と古第三系白水層群<sup>しらみず</sup>の不整合面を 1 地点の走向傾斜データから予測したのちに追跡して、実際に確認した複数の不整合の観察地点を結ぶことで地質図を描く実習でした。それに対して今年、同図幅内の広野町<sup>とっかめき</sup>土ヶ目木地域を中心に沢や道路など 3 つのルート歩き、複数の地層境界を追跡して地質図を作成することとしました。具体的には、まず 1 つ目のルートの調査で得られた観察データから複数の地層に区分し、それらの境界についてどのように分布するかを予測した後に、このルートとほぼ平行な 2 つ目と 3 つ目のルートでその予測を検証することを主な課題としました。そして、最終的に地層境界の分布を描いて地質図を作成しました。こうした実践を通して、地質図作成の一連の技術習得に励んでいただきました。

以下、日々の研修の概要です。

**5 月 31 日**：産総研内の講義室での実習：オリエンテーション、講義「地質調査とは」・「露頭観察とは」、実習「粒度表の作成」・「岩石標本観察」など(写真 1)。

**6 月 1 日午前**：産総研内の講義室での実習と地質標本館の見学：講義「ルート調査とは」・「対比・地質図」・「ルートマップ予習」・「地質図の読み方」、実習「地質図学」・「柱状図・



写真 1 研修初日の座学風景。  
つくば市の産総研地質調査総合センターの国際セミナー室でスライドを使って講義が開始されたところ。

1) 産総研 地質調査総合センター 研究戦略部

2) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：研修、地質調査、座学、野外実習、人材育成コンソーシアム、ジオ・スクール

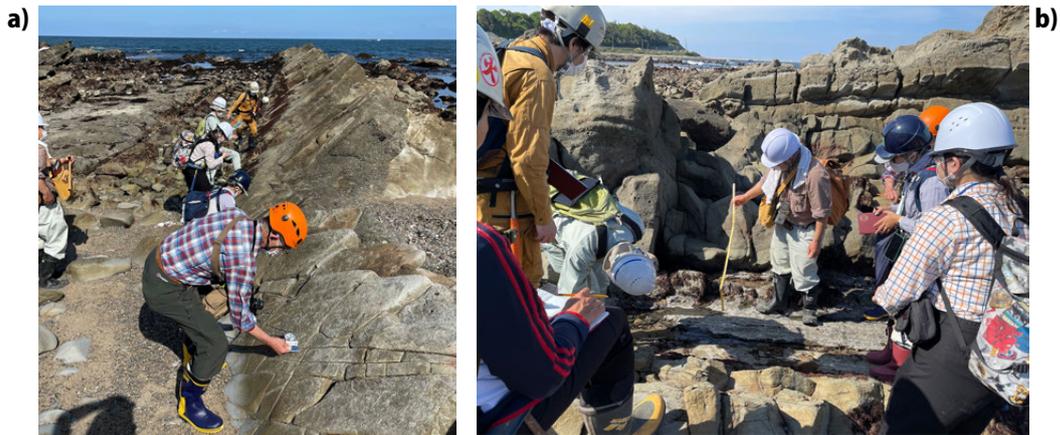


写真2 研修2日目の午後、ひたちなか市那珂湊海岸での実習の様子。

a：座学で学習したクリノメーターによる地層の走向傾斜の測定を野外で実践しているところ。初めて、クリノメーターを地層にあてて使用する研修生も多かった。

b：柱状図作成のため、折尺を用いて地層の厚さを計測しているところ。



写真3 研修2日目の夜、昼間の調査データのまとめ風景。宿泊ホテルの会議室を使用して、調査のまとめや関連する簡単な講義なども行なう。調査終了後の夜の日課でもある。

断面図」など。

**6月1日午後：**野外での地質調査の研修：ひたちなか市那珂湊海岸で、後期白亜紀の那珂湊層群の観察と柱状図作成、走向傾斜の測定、地層の上下判定など(写真2a, b)。夜は、ホテルの会議室で調査データの整理(写真3)。

**6月2日：**野外での地質調査の研修：広野町土々目木地域の沢を歩いて、露出する地層の調査・観察をしながら地図に調査データを記入してルートマップの作成(写真4a, b)。夜間の調査データのまとめ(墨入れなど)により5つの地層に区分される境界位置の確認。各境界の広がりや、地質図学を使って予測。対象とした地層は、古第三紀始新世～漸新世の白水層群石城層(下部・上部)・浅貝層・白坂層、新第三紀中新世の湯長谷層群 櫛平層。

**6月3日：**野外での地質調査の研修：広野町鍋塚地域の沢や道路沿いと長畑地域の道路沿いを歩いて、露出する地層

の調査(写真5)。地図に調査データを記入してルートマップの作成。新第三紀の櫛平層凝灰岩の観察。夜間の調査データまとめでは、前日の調査データと合わせて3つのルートにおける地層境界線のつながりを地質図学的手法で描き地質図作成。

**6月4日：**野外での地質調査の研修：広野町で双葉断層の観察(新第三紀中新世の湯長谷層群三沢層と鮮新世の仙台層群大年寺層が接する)。後期白亜紀双葉層群の足沢層上浅見川部層と基盤の前期白亜紀花崗岩類との不整合の観察。いわき市アンモナイトセンターで屋外露頭(双葉層群足沢層大久川部層)の観察(写真6)と館内見学、その後に野外実習で観察した地層をもとに地史の復習と全体のまとめなど。

今回は“地質図作成初心者”の募集のため、参加した皆さんにとってはクリノメーターを使うことなどすべてが不慣れな調査体験でした。そして地質調査に必要な露頭位置の確認や堆積岩の岩相識別についてもこれまでほとんど行ってこなかった経験のようでしたが、一通り基本的なことを実習しました。普段地形図を見慣れていないためか、今自分がどこにいるかを歩いた距離や周囲の地形などを見回しながら地図上で確認することなどにも苦労される方も多かったようです。一方、地質の初心者向けということもあり、地層の観察・記載でとまどうことも多いと考え、特徴的な岩相にニックネーム(=フィールドネーム)をつけて呼ぶことで、地層への親しみを持っていただこうと考えました(房総半島の調査でも地層にニックネームをつけることが行われています；徳橋, 2010 など)。そのことで4日目に調査実習を行う際には、そのフィールドネームを使って説明することで観察している岩相の認識の共有が進んだようです(写真5)。



写真4 研修3日目、広野町土ヶ目木の沢における露頭の観察風景。

a: 露頭について、どのような地層が見えているのか、先ずは全体像の把握、続いてハンマーで叩いてみて確かめる。観察しているのは石城層上部の砂岩層の一つで、優白色の粗粒砂岩（花崗岩由来の砂岩）。フィールドネームで“白サンド”と呼称。厚さ2～3mで、周囲の暗灰色極細粒砂岩（フィールドネームで“黒サンド”と呼称）の中で識別が容易で層準が限られることから、ローカルな鍵層として取り扱った。

b: 石城層上部層の最上部の礫岩（フィールドネームは“中間礫岩”）と、その礫岩に挟まれる炭質泥岩・砂岩の露頭で、岩相や化石について説明しているところ。ここでは木の根の化石が見られることから、当時の堆積環境について考察した。



写真5 研修4日目、広野町長畑の道路沿いでの露頭観察風景。

道路沿いでは風化や植生のため露頭状況が悪いが、細かな観察により岩相（風化した“黒サンド”）や地層の走向傾斜の情報を得た。



写真6 研修5日目、いわき市アンモナイトセンターの発掘体験露頭の見学。

後期白亜紀の双葉層群足沢層大久川部層の露頭説明の様子。あいにくの雨天であったが、幸い雨脚は強くならず済んだ。この屋外露頭を観察後、写真右側にある館内の露頭展示も見学した。

夜のまとめの時には、露頭の観察で得られたデータが記載されたルートマップとフィールドノートの墨入れをしながらまとめる段階で、現場での観察が足りなかったことに気づくなど、野外における観察と記録の重要性を認識された方もいたようです。結局、課題とした4本の地層境界線のうち進みの早い方は2本をひいて、3つの地層に区分された地質図を描くことができました。一方で、境界線をひき終わらない方もいました。野外実習は個人差が大きく、この研修では個人に合わせた目標を達成できればよいと考えています。加えて、もう一つの目標である地層を区分することは、調査した3つのルートで対応できています。夜

のまとめ作業の際に当地の野外調査データに基づいて準備した地質図を作成するまでの手順説明書を配布しましたので地質図がどうやって作られているかについては理解をしていただけたようです。現状の研修期間だけでは時間が足りないこともありますので、この手順説明書を参考にして、進みの早かった方も遅かった方も、自宅や会社に戻ってから引き続き地質図作成に取り組んでいただくよう伝えました。研修の時間設定（座学の時間数、夜のまとめ作業のための時間数、調査ルート数とのバランスなど）についての問題は、後述の事後アンケートでも関連のコメントがあり

ますが、引き続き検討をしていきたいと考えています。

最終日はあいにくの雨中での露頭観察となってしまいました。これは週間天気予報などであらかじめ想定されていたので、雨天時の見学コースとして考えていた双葉断層の道路沿いにある露頭観察をするコースに切り替えて実施しました。続く白亜紀双葉層群と基盤の花崗岩類との不整合露頭およびいわき市アンモナイトセンターについても雨脚が強くなるうちに見学できました。

研修終了後にいただいた事後アンケートの回答では、座学・野外実習ともに概ね好評でした。特に、座学とその後の野外実習とを連携すべく準備した講義および演習の資料については高い評価をいただきました。昨年に続き研修で各自作成した粒度表も好評でした。昨年参加した同僚から今回の研修を紹介されたという参加者もいましたが、さらに来年は会社の後輩に紹介したいという声も聞こえてきましたし、秋の地質調査研修(地質図作成経験者向けプログラム)にも参加してみたいという方もおられました。

一方、改善点として、以下のようなコメントをいただきました。次回への参考としたいと考えています。

- (1) 座学の時間がもう少しあると良い。可能であれば、リモートやeラーニングなどで事前学習ができると良い。また、座学をリモートなどでやって、野外実習の時間をもっと多く取れると良い。
- (2) 座学の最後の地質標本館の見学時間がもう少しあると良かった。
- (3) 野外実習で3ルートでの調査を行い、地質図を描いたが、2ルートでも良いのではないか。
- (4) 断層や不整合などの露頭の見学をする際に、その場所の資料を切り取って持っていき見せるとよりわかりやすいのではないか。
- (5) 夜の作業は体も疲れているので集中力を費やすため、等高線の見やすい地質図を準備するなど配慮してほしい。
- (6) オリエンテーション時に配布された詳細スケジュール表を事前に知らせてもらえると上司への説明がしやすい。

最後になりましたが、本研修の実施にあたり、広野町教育委員会、公益財団法人いわき市教育文化事業団いわき市アンモナイトセンターに大変お世話になりました。地質標本館の見学や岩石標本セットの利用で館スタッフの皆さんから協力をいただきました。地質情報研究部門の高橋雅紀氏には、地質模型の利用や地質図学素材の利用でご便宜を図っていただきました。地質調査研修事務局の皆さんには、研修の企画から終了まで様々なことでお世話いただきました。特に事務局の阪口圭一氏には地質標本館の見学案内を担当していただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

## 文 献

- 鹿野和彦・村岡やよい(2018) 2018年度春期地質調査研修報告. GSJ地質ニュース, 7, 235-238.
- 久保和也・柳沢幸夫・利光誠一・坂野靖行・兼子尚知・吉岡敏和・高木哲一(2002) 川前及び井出地域の地質. 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, 136p.
- 徳橋秀一(2010) 3年間(2007-2009)の地質の調査研修を振り返る!—今後へのひとつの区切りとして—. 地質ニュース, no. 674, 45-59.
- 利光誠一・柳沢幸夫・荒岡大輔・眞弓大介(2021) 2020年度地質調査研修報告: 地質図作成未経験者向けプログラム. GSJ地質ニュース, 10, 15-21.
- 内倉里沙・内田嗣人・小山栄造・松岡一英・松本孟紘・山崎誠子・鹿野和彦(2019) 2018年度秋期地質調査研修報告. GSJ地質ニュース, 8, 273-276.

---

TOSHIMITSU Seiichi, YANAGISAWA Yukio and GOTO Hiroki (2021) Report on geological survey training course for beginners, early Summer 2021.

---

(受付: 2021年6月21日)

# J.J. ライン著 「1896年6月15日の釜石海面変動」邦訳

山田 直利<sup>1)</sup>・矢島 道子<sup>2)</sup>

## 1. 訳出にあたって

本邦訳は、ドイツの地理学雑誌“*Petermann's Mitteilungen*”第43巻に発表されたJ.J. ラインの論文“*Das Seebeben von Kámaishi am 15. Juni 1896*”の全訳である。

ヨハネス・ユストゥス・ライン(1835-1918)は、ドイツ・ヘッセン大公国ラウンハイムに生まれた。ギーセン大学を卒業後、エストニアやフランクフルトで高校教師などをやりながら、ヨーロッパ各地の地理・植物などを研究し、「エストニアの気候・土壌・植生」の論文によってロストック大学から学位を取得した。プロイセン王国政府の委嘱によって、1873年12月に訪日し、それから約2年間、日本各地(35府県)を旅行して、日本の自然・民族・歴史・農業・工業・商業を調査研究した。このときの業績が高く評価されて、1876年5月からはマールブルク大学初代地理学教授、1883年8月からはボン大学地理学教授に迎え入れられた。

この間に、日本旅行の成果を『日本の実地調査と研究』第1巻『ミカドの国の自然と民族』(Rein, 1881)および同第2巻『農業、林業、工業および商業』(Rein, 1886)の2冊の著作として取りまとめた。これらの著作は、明治維新を経て近代国家としての出発を始めたばかりの日本を知る上での、最も新しく、最も内容に富んだ業績であり、世界中でよく読まれ、ラインは日本研究の第一人者となった。

1896(明治29)年6月16日のドイツの新聞は、前日に日本の本州東海岸が巨大な津波に襲われて甚大な被害を受けたという電信報道を伝えた。この津波は、6月15日午後7時32分に釜石東方約200kmの、東経144°、北緯39.5°の三陸沖に発生したM 7.5(後にM 8.5に訂正)の巨大地震(宇佐美, 2003)によるものであることが、やがて明らかとなり、一括して明治三陸地震津波と呼ばれるようになった。この津波による被害地域は、ラインが1874年9月に旅行した仙台～三陸海岸地域(Rein, 1875; 山田・矢島, 2020)と重なり、なかでも釜石はラインが最も深い関心を抱いた町であったから、ラインの受けた衝撃は並大抵のものではなかったと思われる。

ラインは、上記の報道やその後の政府発表、学会発表、日本人関係者からの情報などを参考にしながら、釜石およびその近辺を襲った巨大津波について、表題の論文を書いた。

ラインは本論文で、<sup>おしか</sup>牡鹿半島より北方の三陸海岸地域の地形の特徴を述べた後、宮城・岩手・青森3県にまたがる津波被害のうち、<sup>へい</sup>岩手県南閉伊郡の釜石地方が最も甚大であることから、この津波を「釜石海面変動」と名付けた。ラインは津波の到達範囲、津波の経過およびその被害(第1表・第2表)を詳細に述べると共に、牡鹿半島鮎川の験潮儀の記録(第2図)を入手し、6月15日午後8時～11時に最大で2.5mの水位上昇を示す4回のピークを認め、これが最大の衝撃をもたらしたとしている。また、北海道花咲および神奈川県三崎では、これより少し遅れて津波の到達したことを験潮儀記録から読み取っている。このように、ラインは津波被害を報告するに止まらず、津波の時刻および性状を験潮儀記録から検証した。

なお、本論文では“Tsunami”の用語は用いられていないが、“Flutwelle”あるいは“Meereswelle”は、その内容から「津波」と訳すことにする。なお、当時の公文書や新聞報道でも「津波」という用語は用いられず、すべて<sup>かいしやう</sup>「海嘯」と表記されていた。しかし、「海嘯」は「満潮が河川を遡る際に、前面が垂直の壁となって、激しく波立ちながら前進する現象」(新村, 1998)であり、現在では津波とは性格の異なる自然現象として認識されており(目時, 2013)、本論文では使用しない。

本論文の邦訳にあたっては、訳者が訳文に小見出し<>を設け、また段落間の文章をなるべく短くした。訳者による注を〔 〕内に記したほか、若干の訳注を加えた。原論文の第1表および第2表はそのまま邦訳した。新たにIndex map(第1図)を作成し、また原論文の図版5を複製して第2図とし、日本語地名等を加筆した。なお、明治三陸地震津波全般に関しては、中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門委員会(2005)による報告書および『三陸海岸大津波』(吉村, 2004)を参考にした。

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) 東京都立大学理学部 〒192-0397 八王子市南大沢1-1

キーワード: J.J. ライン, 釜石, 地震, 海面変動, 津波, 明治三陸地震津波, 志津川, 宮古, 鮎川, 花咲, 三崎



第1図 明治三陸地震震源地およびそれに関連する地点の位置図  
国土地理院地図 (GSI Maps) に基づいて作成。震源地は宇佐美 (2003) による。

## 2. J.J. ライン著「1896年6月15日の釜石海面変動」 邦訳

### <はじめに>

1896年6月16日の新聞は、6月15日夜に日本の本州北東海岸が巨大な津波 (原文では Flutwelle) に襲われたという恐るべき事変に関する電信報道を我々にもたらした。この事変に関する詳細な記事は徐々に表れ、最後には専門誌にも載った。しかしそれらは、単に破壊の程度に関してのみでなく、事変の全経過、要因および影響に関してもまた、互いに異なっており、今日でもなお訂正の記事が発表されているほどである。私は、日本の友人たちの報告、公式報告および私が1874年秋に旅行した関係地域の私自身の知識 (Rein, 1875) に基づいて、この事変を以下のように考えている。

### <仙台湾および三陸海岸の地形と農業>

すべての上質の地図が示すように、日本最大の島 [本州] の北緯 35° から津軽海峡までの東海岸は一般に南北方向を示している。本論文では仙台湾より北の同海岸北半部のみが問題になる。陸地の地質構造および太平洋の波浪は、同海岸南半部とは本質的に異なる特別な性質をそれに与えた。後者は新しい地質時代の地層から、そして一部は利根川河口 (銚子口) と同じような沖積地からなる。それ故に、それは一様な低地で、湾や港をもたない。その終わりは仙台湾に見られる。日本で最も有名な景勝地、松島 (松の島) は、それを取り囲む浅い海水と共に、なお南区間に属する。

しかし、海および海岸地帯の性質は、北から流下する北上川の河口で変わる。それは確かに、仙台湾東方の牡鹿半島およびその前方に位置する島々、とくに最大の島金華山 (原文では Kinkwasan) の、出入りの多い [海岸線の] 形によって示される。北上川の東側に子午線方向に八戸 (北緯 40° 30′) まで延び、高度 1,800 m に達し、東方に多数の山脚を太平洋まで延ばしている長さ 250 km の古い頁岩山脈<sup>1</sup> [北上山地] は、ここ北緯 38° 15′ で終わっている。最高でも標高 300 m ~ 400 m のこの平頂で、長く伸びた山地 [牡鹿半島] は、太平洋に近付くと共に次第に低下し、最後に、低いけれども険しい岩礁そのものとなって終わる。山地の多くは今なおよく森におおわれるが、それ以外は、とくに製鉄業のための大きな木材需要によって長い間高い木々の森が伐採されてきた釜石 (北緯 39° 16′ 30″, 東経 141° 52′ 50″) の近くでは、今日シダ類や低い灌木からなる藪におおわれている。

これら多数の山脚は、一般に谷底が狭く静かな湾に行き着く、多くの沿岸河川地帯の境界となっている。つい最近では、これらは繰り返しのフィヨルド<sup>2</sup> と呼ばれたが、その言葉にはこの種類の湾の主要な特徴は失われている。それらが一金華山から八戸まで一出現する限りでは、海岸線の外郭線は長さ約 300 km の、東に向かって凸の曲線を形成する。このような湾の1つ、大島 (すなわち大きな島) が前方に位置し、背後の立派な景観の真ん中に気仙沼の町が見えるところ [気仙沼湾] で、私は最近約 1.5 m の隆起があったことを証明した<sup>1)</sup>。他の場所では水をせき止める荒々しい冬の北および北西からの季節風に対して、この小さな湾はよく守られている。さらに、春の大潮はどこでもわずかな高度までしか到達しないので、人々はここで心配なしに彼らの住居を海岸の近くに建てることのできた。すべての村落、貧しい漁村は、住民 2,000 ~ 6,000 人の小さな低地の町として、この湾の内陸の縁に広がっていった。漁労を別とすれば、大抵の住民は農耕で生計を立てていた。これ

に対して、それぞれの地区ではいくらかの養蚕および沿岸航海が、また釜石の西方では磁鉄鉱の掘削および精錬が行われていた。

人々は谷底平野でコメを、山腹下部ではおもにコムギ、キビ類およびマメを栽培している。果実を採るためにこれら沿岸地域にしばしば栽培される樹木の中では、2種類の景観がとくに顕著である。それは、カキまたはカキノキ (*Diospyros Kaki*) およびツバキ (*Camellia japonica*) である。カキノキの樹は我が国(ドイツ)の広い野原のナシの樹の大きさに達している。それらが秋に葉を落としたときに、大きなオレンジ色の実が、一部は新鮮なうちに食され、一部はまた果実の種類に応じて乾燥されて市場へ出されるのを見ることができる。

ツバキはこの地方では果実のためにのみ栽培されている。ときには土手や畑の縁の上で、太い真っ直ぐな幹をもつ高さ4~6mの美しく整えられたツバキの樹が見事に並んでいるのが見られる。10月には果実はハトの卵の大きさになり、成熟する。それは3つの部分に割れ、3つの楕円形で、暗褐色の種子が零れ落ちる。茶が実生で増えるように、ツバキも実生で増える。しかしツバキは、日本では一般に髪油として利用されている濃い油の生産に、はるかに大量に用いられている。

### <津波の範囲>

上記の沿岸地域は、政治的には3つの行政区画あるいは県に属する。それは、仙台湾の東側から始まり、北に向かって以下のように続く：

- 1) 宮城県. 牡鹿郡、桃生郡および本吉郡をもつ古い仙台地方
- 2) 岩手県. 気仙郡(原文では Kise-Kori)、南閉伊郡(原文では Tōjii-Kori)、東閉伊郡、北閉伊郡、南九戸郡および北九戸郡をもつ南部地方。
- 3) 青森県. 三戸郡および上北郡をもつ、かつての陸奥。

上記の範囲のすべての沿岸地区は、6月15日夜の津波によって多かれ少なかれ突然襲われたが、南閉伊郡の釜石ほど大規模なものではなかった。この理由から、そして破壊的な津波(原文では Meereswelle)は潮汐流に起因するのではなく、明らかに釜石から遠くない海底の巨大地震に起因しているので、私はこの事変を「釜石海面変動」(Seebeben von Kamaishi)と名付ける。同事変の経過は以下の通りである。

### <津波の経過>

6月15日の気象状態は、この年の通常の状態とも、ま

た過去の日々の状態とも、いかなる点においても大きく異なってはならず、また上記の海岸および陸地に関しても同様であった。異常な自然現象を示すものはなにもなかった。すべての人々は彼らの通常の仕事にいそんでいた。そのようにして正午になり、いくつかの地点で引き潮が始まった。潮候時(Hafenzeit)は、海岸沿いの小碇泊地についてはそれまで正確に測定されていなかったように思われる。

志津川(本吉郡)からは、午後3時に非常に低い水位の引き潮が突然襲ったことが知らされた。人々は、それまでずっと海水におおわれていたところが露わになったことに気が付いた。そして、夜8時頃に満ち潮になったとき、それは20~25分の間だけ通常の進行を示し、それから急に破壊的な大波が続々と続いた。

別の海岸地点、たとえば南部地方の小都市である宮古では、事変は引き潮の開始に重なった。夜になると人々は至る所で弱い地震を感知した。しかし、これは何度も起こっており、そしてまさにこの海岸では、破壊的影響をもたらす地震は最近100年間ではまれにしか起きていないので、それはさらに心配することはなかった。

かれこれするうちに夜となり、ほとんどすべての人が戸外の仕事から家へ帰った。それからしばらくして、人々は多くの地点で遠い嵐または海鳴りのような鈍い音を聞いたが、それは次第に近づき、その範囲と強度が急に大きくなり、最後には強大な砲火のように鳴り響いた。その後すぐに、直ちに、そして急速に繰り返す、より強大な波が続き、それは数分間に恐ろしい破壊作用を行った。その範囲で生きていたほとんどすべての人は死に、住居の残骸や砂・瓦礫の下に埋められるか、あるいは海へ流された。高さ6~10m、ある場所では15mの高さにまで成長し、泡立って高く立ち上がった波は急速に進み、その進路にあったすべては崩壊した。

### <津波の被害>

このようにして、数分以内で約27,000人の人々が生命を奪われた。そのほかに、5,000人が負傷し、約7,600戸の家が破壊された。この巨大な移動する水の堤防の領域より外に住んでいた人、あるいはその近くにいたが急いで高台へ逃げた人だけが、命を取り留めた。

海岸の異なった湾における潮の高さが同時には進まず、同じ大きさではないと同様に、この異常な津波は同じような強さでもなく、同時に到着したのでもない。しかし、一般に、多くの生存者の供述による20~30分から8時間までの時間[地震から津波到着までの時間]もまた、あと

から述べられる事実から、正しいと見なさなければならぬ。

釜石では、悲しいことに最大の、住民の71.7%が失われ、88%が住居を破壊された。ここでは、陸で囲まれた湾の周りを回った波が、左側からこちらへやって来た。その水が退くよりも前に、第2波が右側からやって来て、そして最後は、中央から来た第3波が両者と合わさった。それらの合わさった力は、〔三陸〕海岸最大の町に最大の破壊をもたらすに至った。町は5分間以内にほとんど流出し、神社、住居、倉庫、港の船はもはやそれらの位置にはなく、大抵の人々はもはや運命を嘆く命もなかった。この波は200t以上の大型スクーター船を、その停泊地から450mも遠くの、人々が働いているのをほとんど見ることはないコムギ畑の上へ、打ち上げた。他の18隻の乗り物、ボートやジャンクが同じように陸上に打ち上げられ、多かれ少なかれ破損した。他の地点では、人々が湾の一方の側から海の中へ奪い去られ、それからすぐ最も近い波と共に湾の他の側へ生きたまま投げ返された。驚くべき救助のもっと別の例も知られている。その例では、突然やって来た波が人々を海岸で掴み、海へ連れ戻し、若干の人が、元の場所からほとんど10kmも離れた島で生存していた。

外海では、この激しい海面変動は海岸に近いところでのみ認められた。志津川の外海で仕事に専念していた漁師は、遠くから大砲の轟音―彼はそう信じた―を聞いた。沖合を眺めると、海面が非常に強大な波のように高まり、そして接近するのを見た。この膨らみは彼らの漁船の下を滑らかに通り過ぎ、漁船を傷つけることなく持ち上げ、そして沈下した。彼らは続いてこの動きが陸地に向かうのを注視したが、そこでは海の様子は別の形を取り、見かけ上横に裂けて、海岸に対して北西と南西に向かって分裂した2つの部分に分かれ、そこではそれらが耳を聳するごうごうという音を立てて持ち上がり、高く立ち上がり、そして泡立って毀れた。

海は一晩中荒々しく動き、漁師は朝になって初めて、陸地を見て、戻ることができた。不幸な事変の間漁船と共にずっと沖合にいた別の漁師は、次の日に破壊された住居に帰ったときに、何が起きたのかを初めて理解した。

同じようなことが汽船にも起きた。函館を6月15日の朝立ち、横浜への航路を、夜この海岸から遠く離れたところで同時刻に通過した汽船は、高まる大波に船上を突然襲われ、その恐るべき破壊作用に大急ぎで対処した。船長と船客は、横浜に着いて初めて、この事変の舞台が航路のすぐ近くであったことを知った。

被害の規模に関して政府〔国・県〕によって整理された発

表は、以下のデータを示した(第1表)。特に甚大な被害を受けたのは下記の村々である(第2表)。

これらのデータから、上記の7村(第2表)は、負傷者は別として、住民の36.3%、すなわち3分の1以上が生命を失い、負傷者のうち確かなにお多くの者が死亡したか、あるいは障害を負ったことが明らかである。破壊された家屋の割合はこれよりずっと大きく、すなわち54.6%である。

### <験潮儀の記録>

日本政府は数年前から、島の多い国土のさまざまな海岸にトムソン社製自記験潮儀を設置して来た<sup>3</sup>。それは、前述の最新の事変の現場の最も近くでは、牡鹿半島南端の小湾の鮎川あゆかわ(Hassenstein〔1885〕の『日本アトラス』ではAikawa)〔現石巻市鮎川浜〕にあった。それ故に、その記録には特別な興味を持たれる。第2図〔原論文の図版5〕は、6月15日の正午から翌日の正午までの24時間の間の状況をかかなり正確に再現している。その記録によれば、鮎川では6月15日正午ごろ引き潮があり、海水面が量水標の零点より約50cm下になった。それから海水面は通常の様式で徐々に上がり、夜8時頃には初めて零点の約80cm上の最高点に達した。次の25分間には水位は約20.4cm低下した。しかし、ここでさらに引き潮状態に向かって戻る代わりに、突然ふたたび1.4m上がり、5分後に同じように急にふたたび低下した。この上下運動はそれから4～5分の間隔で翌日の正午過ぎまでの間、たっぷり16時間も繰り返された。零点より2.5m高い最高水位は、夜11時に記録されている。この高い水位は、決して春の大潮の際の水位でもなく、この海岸において認められる昼夜等分時<sup>4</sup>のものでもない。このように、鮎川の験潮儀は、〔事変の〕発生した地域からははるかに遠く離れているけれど、我々に海面の大幅な上昇および最初の4回の衝撃<sup>5</sup>(Anstößen)として描かれた真の姿を示した。

しかし、海面変動は本州北東海岸を越えてはるか遠くまで広く伝播した。それについては別の2つの験潮儀の証拠があった。そのうちの1つは北海道(蝦夷)の海岸に、他の1つは相模半島〔三浦半島〕の三崎の町に取り付けられていた。三崎では、まず〔6月15日〕午後8時40分頃に奇妙な小さな波が現れた。これは5分間隔で現れ、20.4cmの高さに達し、それからは次第に退き、海は再びその平常の位置に戻った。蝦夷島の根室地方の花咲宿(花咲は蝦夷が色丹島しこたんに対して南東方向〔北東方向の誤り〕に突き出した狭い半島の南海岸に、ほぼ東経145°33′、北緯43°18′にある)では、水位は午後8時50分頃に急に1mほど低下し、その上で1時間以内に5～6回のさらなる変動が続いた。

第1表 明治三陸地震津波の被害一覧表

県	郡	人員		家屋
		死者 (人)	負傷者 (人)	破壊 (戸)
宮城県	牡鹿郡	3	—	38
	桃生郡	59	5	163
	本吉郡	3,252	710	983
岩手県	気仙郡	6,816	318	1,518
	南閉伊郡	6,669	1,414	1,799
	東閉伊郡	6,704	1,370	1,820
	北閉伊郡	1,680	425	298
	南九戸郡	1,074	694	320
	北九戸郡	366	175	183
青森県	上北郡	74	6	54
	三戸郡	272	207	411
合計		26,969	5,324	7,587

第2表 明治三陸地震津波でとくに甚大な被害を受けた町村

郡・町・村	住民 (人)			家屋 (戸)	
	総数	死者	負傷者	総数	破壊
a. 本吉郡					
唐桑村	5,792	823	?	772	262
志津川	4,838	375	?	805	?
歌津	4,083	144	?	601	?
b. 気仙郡					
唐丹 (とうに) *	2,807	2,100	20	474	344
綾里 (りょうり) **	2,808	1,458	59	451	385
c. 南閉伊郡					
釜石	6,557	4,700	500	1,223	1,080
d. 東閉伊郡					
船越	2,295	1,327	701	474	372
山田	3,746	1,040	150	782	609
合計	32,926	11,967	1,430	5,582	3,052

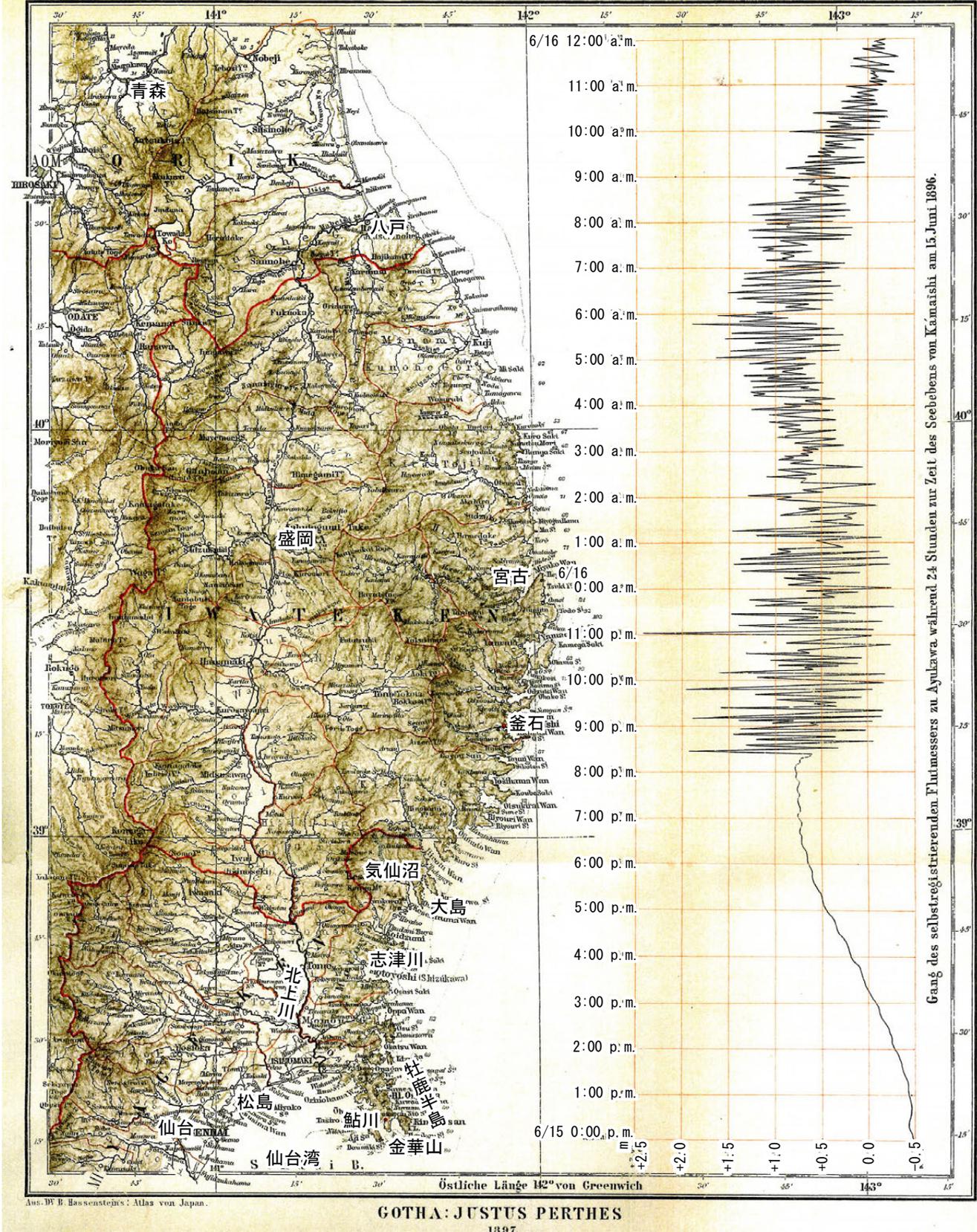
\*原文では Karani \*\*原文では Ayasato

残念ながら、それからは、水位の変動に従う験潮儀の記録には、変化が見られなかった。

<おわりに>

その他の太平洋の地震および海面変動—1854年12月23日下田の地震<sup>76</sup>、1868年8月13日のアリカ地震〔チリ〕および1877年5月9日イキケ地震〔チリ〕の—経験に従えば、海面の激しい変動を伴う釜石の地震もまた遠い海からはるかに遠い海岸にまで伝播したことを、認めなけれ

ばならない。なぜなら、このことはまた実際にその通りであった。我々はそれに関して、オレゴン州ローグ川河口およびハワイ・Keauku 港<sup>77</sup>からの報告を受けている。ラロトンガ〔クック諸島〕海岸における驚くべき大波の運動—そこでブリガンティン船<sup>78</sup>「リンダ・ウェーバー号」がほとんど難破した—もまた、釜石の海面変動と関係があるように思われる。しかし、私が観察の時と所に関するより詳細な報告ならびに、より確かな計算を行って、より進んだ結論を導くために必要な他の要素を手に入れることができれば、



第2図 三陸海岸地勢図および1896年6月15～16日の鮎川験潮場自記験潮儀の記録  
Rein (1897)の図版5を約70%に縮小し、水位・時刻の文字を拡大し、また地勢図(Hassenstein, 1885)に日本語地名を加筆した。

私は今日この事情を詳細に吟味することを止め、私にとってこれを後に補遺の中で果たすために留保するだろう

追伸 太平洋の領域のどこかの海岸で 1896年6月15-17日の時点で観察されたその他の異常な海面変動に関する好意ある報告を頂ければ、私は大いに感謝したい。

ボンにて。1896年12月10日

J. ライン教授・博士

**謝辞**：原論文のコピーは、アルザス・欧州日本研究所のエリッヒ・パウアー氏およびレジヌ・マチアス＝パウアー氏から頂いた。同論文の図版の複写に当たっては、国立国会図書館関西館および牛久市立図書館のお世話になった。用語“Äquinoktion”の意味については、日本水路協会情報事業部長の隆 是るみ氏および同協会理事の加藤 茂氏からご教示を頂いた。ハワイ・Keauku 港の位置については、ハワイ大学言語学部非常勤教授のエマニュエル・J. ドレツェル氏およびハワイ大学歴史学部準教授のペーター・H. ホッフェンベルク氏から貴重なご意見を賜った。最後に、地震予知総合研究振興会地震防災調査研究部の阿部信太郎氏は原稿を読んで、貴重なご助言をいただいた。

上記の方々に厚くお礼申し上げます。

## 原注

<sup>1)</sup> Rein(1881), vol. 1, 64-65を見よ。(訳者注：ラインは気仙沼湾の石灰岩の岩壁の、水面から約2 mの高さに、ニオガイの貝殻からなる水平な縞が付着していることから、海岸が最近になって約2 m隆起したと考えた：山田・矢島, 2020)。

## 訳注

\*1 Rein(1881)は、同書の第1部Ⅲ章『地質』の中で、日本の山地をおもに構成するものは、古生代頁岩、花崗岩、火山岩の3種であり、それらのうち、古生代頁岩(古期頁岩ともいう)は北上山地、四国山地および九州山地に代表的に分布すると述べている。当時、北上山地に中生代の地層が広く分布することは、Naumann(1881)までは知られていなかった。

\*2 フィヨルドは「氷食谷底が海面下に沈み、海水が侵入して生じた湾」(茂木, 1996)であるから、三陸海岸のような、かつて陸上の河食作用によって生じたV字谷が沈水してできた海岸線(リアス海岸)を呼ぶのには適当でなかった。その意味でラインの見解は当を得ていた。

\*3 鮎川および後で述べる三崎、花咲の験潮場は、いずれも参謀本部陸地測量部によって設置されていた(測量・地図百年史編集委員会, 1970)。これらのうち、鮎川(1891年開設)および花咲(1895年開設)の験潮場は、その後(1924年)文部省海洋气象台に移管され、第二次大戦後、国土地理院に移管された。三崎(油壺)験潮場は1894年に開設され、戦後国土地理院に移管された。

\*4 Äquinoktionの訳語。昼と夜の時間が同じ、春分あるいは秋分の時期を指す用語。本論文では、直前の文章に「春の大潮」の言葉があるので、春分点を指すものと思われる(本項については隆 是るみ氏および加藤 茂氏からご教示を受けた)。

\*5 鮎川の験潮儀記録(第2図)には、6月15日の午後8時~11時の間に水位+2.0~+2.5 mの4つの最大ピークが示されている。

\*6 安政東海地震(1854年12月23日)を指す。震源域は北緯34.0°、東経137.8°、規模はM 8.4を示している(宇佐美, 2003)。

\*7 ハワイ・Keauku港の位置については、E. J. ドレツェル氏およびP. H. ホッフェンベルク氏を煩わせたが、現在確定できていない。

\*8 二本マストの帆船の一種で、そのうちの1つには横帆を備えるものをいう。

## 文献

中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会(2005) 1896 明治三陸地震津波報告書。内閣府, 165p.

Hassenstein(1885) *Atlas von Japan : sieben Blätter (1:1,000,000) und eine Übersichtskarte (1:7,500,000)*. Gotha, J. Perthes.

目時和哉(2013) 石に刻まれた明治29年・昭和8年の三陸沖地震津波。岩手県立博物館研究報告, no. 30, 33-45.

茂木昭夫(1996) フィヨルド。地学団体研究会編『新版地学事典』, 平凡社, 東京, p. 1114.

Naumann, E. (1881) Ueber das Vorkommen von Triasbildungen im nordlichen Japan. *Jahrbuch der kaiserlich, königlich Geologischen Reichsanstalt, Wien*, 31 (4), 519-528.

Rein, J. J. (1875) Naturwissenschaftliche Reisestudien in Japan (Fortsetzung). *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasians*, 1 (7), 21-29.

Rein, J. J. (1881) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung*, Erster Band, *Natur und Volk des Mikadoreiches*, Leipzig, Engelmann, 630p.

Rein, J. J. (1886) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung*, Zweiter Band, *Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Handel*, Leipzig, Engelmann, 676p.

Rein, J. J. (1897) Das Seebeben von Kamaishi am 15. Juni 1896. *Petermann's Mitteilungen*, 43, 34-37.

新村 出編(1998) 海嘯。広辞苑(第5版), 岩波書店, 東京, p.437.

測量・地図百年史編集委員会編(1970)『測量・地図百年史』。国土地理院, 673p.

宇佐美龍夫(2003) 最新版日本被害地震総覧。東京大学出版会, 東京, 605p.

山田直利・矢島道子(2020) J. J. ライン著「日本における

自然科学的研究旅行」邦訳一日光および仙台・南部海岸一. GSI 地質ニュース, 9, 97-110.

吉村 昭(2004)三陸海岸大津波. 角川文庫, 191p.

---

YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2021) Japanese translation of "Das Seebeben von Kámaishi am 15, Juni 1896"(Rein, 1897).

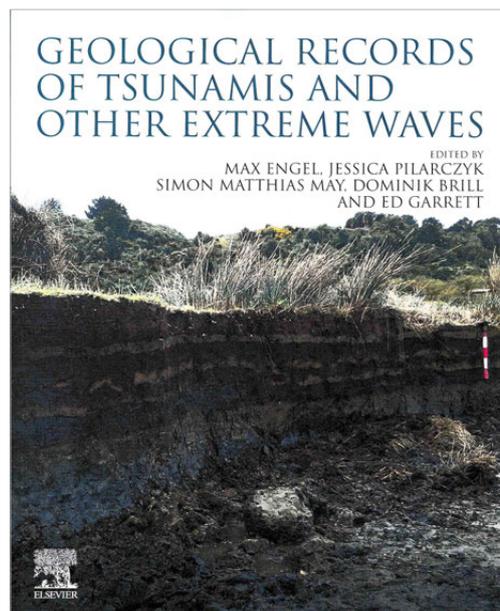
---

(受付：2021年6月17日)

## Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves

Max Engel, Jessica Pilarczyk, Simon Matthias May, Dominik Brill, Ed Garrett [編著]

Elsevier Science  
 発売日：2020年7月22日  
 定価：US\$400.00  
 ISBN:978-0128156865  
 23.5 x 19.0 x 3.8 cm  
 ソフトカバー  
 816 ページ



2005年インド洋大津波ならびに2011年東北地方太平洋沖地震津波の大規模被災を経て、現在、世界各地において様々な手法を用いた津波堆積物研究が盛んに行われている。産業技術総合研究所地質調査総合センターにおいても、1997年の地震地質部発足前後から、下川浩一氏や佐竹健治氏（現在、東京大学地震研究所）をリーダーとして津波堆積物研究に着手した経緯がある。津波堆積物に関する研究成果に関しては、2011年以降に国内外の様々なジャーナルから特集号が出されている。しかも、その分野も地質学、地形学、堆積学に留まらず、地震学、生物学、土壌学、土木工学、災害科学、等々、多岐に渡っている。

この種の津波堆積物が解説された英語のテキストブックとしては、オーストラリアのウロンゴン大学のEdward Bryant氏が2001年に出していた“Tsunami: The Underrated Hazard”がよく知られてはいたが、本書は津波堆積物に焦点をあてた内容ではなく、津波科学の記載の一部としての扱いに過ぎなかった。2008年に出版された“Tsunamiites: Features and Implications (初版)”は、津波堆積物研究の先駆者であった志岐常正先生や箕浦幸治先生たちが中心となって編纂された津波堆積物のテキストブックの元祖と言えるものであり、世界的にもよく知られ、引用されることが多かった。その後、2011年東北沖大津波後の研究成果を補完した第2版が2020年12月に発刊され、私も編著者の一人として、編集作業を分担していた。しかしこの第2版も志岐先生の意向もあって、都司嘉宣氏の1700年カスケード津波のチャプター以外は、地質学もしくは堆積学分野に偏った内容となっていた。実は、私から“もう少し広い分野から著者を選定すべきでは？”と志岐

先生に御注進申しあげたことがあったが、残念ながら聞き入れてもらうことは無かった。この第2版が出版される約半年前(2020年7月)に、“Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves”と題する津波堆積物に関する重厚なテキストブックが同じエルゼビアから発刊されることを志岐先生からお伺いしていた。この度本書を購入し、一読した結果、その内容はこれまでは無いたいへんユニークなテキストブックと考え、以下にGSJ地質ニュースの読者の皆さまにご紹介したいと思う。

“Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves”は、津波堆積物や古津波研究の概念と研究史、津波堆積物の種類、津波堆積物の発生源、野外調査手法、津波堆積物と地形の関係、年代測定手法、数値シミュレーションへのアプローチ等に関する様々な解説文を網羅しており、津波堆積物研究の総合的なテキストブックと呼ぶのに相応しい内容を包有していると思う。特に、編者等が、“津波堆積物を暴浪やサージなどの沿岸域の他の波動メカニズムによって生じた堆積物と比較検討することによって、この研究分野を従来の津波科学より広い視野で総合的に捉える試みを行っている”姿勢は、高く評価できる。本書は総計36の章(チャプター)からなり、以下に記述するような5つの節(セクション)に区分され編集されている。

セクション1は本書の「序章」の節であり、1. 津波および異常な波動による地質学的記録、2. 津波の歴史的記録の重要性、3. 津波マグニチュードスケール、4. 津波の波源のメカニズムと流体力学、5. 津波データベース、6. 陸上アーカイブとしての津波堆積物、の6つの章からなる。



セクション2は「野外調査法」の節であり、7. 水面下の津波堆積物の物理探査手法と堆積学的特徴、8. 沿岸災害研究における地中レーダの応用、9. 陸域環境の粗い津波堆積物のマッピング方法、10. イベント後の現地調査、の4つの章からなる。

セクション3は「細粒津波堆積物」の節であり、11. 陸域環境の細粒津波堆積物の堆積学と形状、12. 津波堆積物中の有孔虫遺骸、13. イベント堆積物中の貝形虫遺骸、14. 津波堆積物中の珪藻遺骸、15. 津波堆積物調査のツールとしての軟体動物遺骸、16. 過去の津波の流体力学的特性を解釈するための多用途のツールとして磁化率と帯磁率異方性の応用、17. X線CTイメージを使った津波堆積物の研究、18. 古津波研究における地球化学的プロキシンの応用、19. 津波堆積物のマイクロテクスチャ、20. 津波堆積物研究における古遺伝学的アプローチ、21. 津波堆積物の堆積後の変化とその保存の可能性、22. 浜堤列平野における侵食およびその後の浜堤再生の履歴、23. 津波による細かな土砂流送の実験的および数値的モデル、の13の章からなる。

セクション4は「粗粒津波堆積物」の節であり、24. 陸域環境の粗い津波堆積物の空間分布パターン、25. 海洋島の崩壊および小惑星衝突に関連して発生した巨大津波堆積物、26. 津波と暴浪波が岩石海岸に及ぼす侵食の影響と碎屑堆積物の堆積後の風化過程、27. 津波による碎屑物輸送の実験モデル、28. 沿岸に分布する巨礫からの輸送モードと流れパラメータの再構築、29. 初期運動公式の展望：高エネルギー波による巨礫輸送、の6つの章からなる。

セクション5は「年代測定手法」の節であり、30. 津波と暴浪時堆積物の放射性炭素年代測定、31. 津波と暴浪によって運ばれた粗粒堆積物の放射性炭素年代測定とU/Th年代測定、32. 津波および暴浪時堆積物の光ルミネッセンス年代測定、33. 考古学的手法を用いた津波と暴浪時堆積物の年代測定、34. テフラ層序を用いた津波堆積物の年代測定、35. 粗粒碎屑物の宇宙線生成核種年代、36. 波浪によって定置した巨礫の古地磁気年代測定、の7つの章からなる。

筆頭編著者の Max Engel 氏は、ドイツ、ハイデルベルク

大学の地理学科の研究者であり、現在 Head of Laboratory of Geomorphology and Geoecology の要職にある。その他4名の編著者 (Jessica Pilarczyk, Simon Matthias May, Dominik Brill, Ed Garrett) もそれぞれイギリス、ドイツ、カナダの大学に在職する地形地質分野の若手研究者である。また、本書の著者は、世界各国の著名な津波研究者から若手研究者まで、専門分野や世代を問わず幅広く選ばれており、日本からも産業技術総合研究所の研究者を含めて総計13名もの著者が参画している点も評価される。

私のような沿岸海岸の堆積物を専門とする研究者から見ると、本書のセールスポイントは、4点あると考えている。

- (1) 最新の津波の堆積作用と古津波(津波堆積物)研究の研究成果を網羅していること。
- (2) さまざまな沿岸海岸環境や堆積環境ごとのマッピング、サンプリング、分析アプローチの手法について解説し、実践的な内容となっていること。
- (3) これまで主に古海洋学で用いられてきたプロキシ分析や古遺伝学の方法論について、詳しい解説を行っていること。
- (4) 現地の地形地質情報と津波シミュレーションのカップリングについて、具体的な解説がなされていること。

このため、本書の読者のターゲットは、地質学や堆積学専攻の研究者のみならず、地球化学者、沿岸地形学者、地震学者、土木分野の研究者や技術者を想定しているように見受けられる。私の視点からは、さらに古気候学、沿岸環境、海面変動、さらに沿岸災害管理に携わる研究者や技術者にもお薦めできると思う。また、どの章でも記述内容は幾分難しめではあるが、総じて体系的かつ簡潔に書かれており、今後、津波堆積物もしくは沿岸・海岸堆積物の研究を志す大学院生や若手研究者が手元に置くべきテキストブックとして、最適と私は思う。ただ、2011年東北地方太平洋沖地震津波を自ら経験した日本の研究者は、本書よりも更に優れた内容のテキストブックを編纂することは可能なはずであり、今後の若手～中堅研究者の奮起に期待したいと思う。

(産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)

#### GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典  
副委員長 小松原純子  
委員 杉田創  
児玉信介  
戸崎裕貴  
森田雅明  
宇都宮正志  
大野哲二  
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10巻 第9号  
令和3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 : MIYACHI Yoshinori  
Deputy Chief Editor : KOMATSUBARA Junko  
Editors : SUGITA Hajime  
KODAMA Shinsuke  
TOSAKI Yuki  
MORITA Masaaki  
UTSUNOMIYA Masayuki  
OHNO Tetsuji  
MORIJI Rie

Secretariat Office

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

---

GSJ Chishitsu News Vol. 10 No. 9  
September 15, 2021

**Geological Survey of Japan, AIST**

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

## 上部鮮新統大年寺層の砂岩層中に刻まれた大悲山の石仏

[cover photo](#)



大悲山<sup>だいひざん</sup>の石仏は、福島県南相馬市の大悲山中腹の岩窟に所在する 3 箇所の石仏群の総称である。このうち薬師堂石仏は、幅 15 m、高さ 5.5 m の空間に 8 体もの菩薩像や如来像が彫り出され、現在でもそれらの保存状態は良好である。これらの石仏群は東北地方において最大かつ最古のものであるが、平安時代前期に造立されたこと以外の由来は不明である。大悲山周辺の地層は、後期鮮新世の海成層である仙台層群大年寺層からなり、特に、石仏群が彫られた層準は、共通して生物擾乱の著しい内側陸棚相の細粒砂岩層からなる。この地層が石材として加工しやすいと判断されたため、この地に石仏群が建立されたと推察される。

(写真・文：七山 太 産総研地質調査総合センター地質情報研究部門)

The Daihizan stone Buddha statues carved on the sandstone of the Upper Pliocene Dainenji Formation in Minamisoma City, Fukushima Prefecture. Photo and Caption by NANAYAMA Futoshi