

2020年

4月号

IEVG ニュースレター

Vol.7 No.1

# NEWS LETTER



## 2020年度当初のご挨拶

2020年4月

研究部門長 伊藤 順一

2020年度より、産業技術総合研究所は第5期中長期計画が開始されます。今期は「世界に先駆けた社会課題の解決と経済成長・産業競争力の強化に貢献するイノベーションの創出」をミッションとし、以下の3つ重点テーマが掲げられております。

- (1) 社会課題の解決に向けたイノベーションを主導する研究開発
- (2) 「橋渡し」の拡充によるイノベーション・エコシステムの強化
- (3) イノベーション・エコシステムを支える基盤整備

当部門では、特に(1)のサブテーマとして「強靱な国土・防災への貢献」をめざし、「強靱な国土と社会の構築に資する地質情報の整備と地質の評価」に関する研究開発を引き続き進めてまいります。ここでは、最新の知見に基づく活断層・津波・火山に関する地質情報の整備を行うとともに、地

震・火山活動および長期的な地質変動の評価・予測手法の開発を行います。また、「サステナブルインフラ研究ラボ」にも参画し、地震動によるインフラ被害の評価・予測技術について、産総研内の複数の研究領域との融合研究として進めていく予定です。

また、(3)のサブテーマである「地質調査のナショナルセンターとしての地質情報の整備」の一翼を担い、火山地質図や活断層データベースに代表される地質災害に関する情報整備と発信に引き続き取り組んでまいります。

以上を達成するために、国内だけでなく海外にも目を向けた最先端の研究・開発を進めてまいります。



### Contents

- 01 2020年度当初のご挨拶 …… 伊藤順一
- 02 研究現場紹介 雲仙断層群でボーリングを掘削するまでの経緯 …… 丸山 正
- 07 新人研究紹介 沈み込み帯における水の循環 …… 中谷貴之
- 11 2020年度新人紹介
- 13 外部委員会活動報告 2020年2月～3月

当部門の研究開発成果の社会での利活用を進めるにあたっては、防災・減災施策の立案や対応にあたる国、地方公共団体、企業等が必要とされている情報の仕様（項目、分解能、精度等）や、必要とされるタイミングを見極めることが重要であると考えます。そのために、ユーザーニーズの把握により一層努めると共に、潜在ニーズの発掘にも努力してまいります。地質の調査・研究を通して安心・安全な社会の構築に貢献できるよう、部門内・GSJ・産総研他領域の研究者との連携、国内外の研究者・

研究機関等との研究協力を進め、「社会の中で、社会のために」社会と共にあゆんでいく研究組織として日々研鑽を積んでまいりたいと思います。

現在進んでいる世界的な感染症の拡大は、本年度の業務に少なからぬ影響があるものと思いますが、公衆衛生に留意しつつ、研究業務を進めてまいりたいと思います。

本年度も、皆様のご指導とご協力を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

## 研究現場紹介

## 雲仙断層群でボーリングを掘削するまでのはなし

丸山 正（活断層評価研究グループ）

活断層・火山研究部門では、昨年度から活断層評価研究グループが中心となって3カ年の文部科学省委託事業「活断層評価の高度化・効率化のための調査」を実施しています。この事業は、政府の地震調査研究推進本部が長期評価の対象としている全国の主要活断層のうち、活動性や活動履歴に関するデータが不足しているために将来の地震発生確率が不明とされている断層（図1aに黄色で示したXランクとされたもの）について、地形・地質・地球物理学的調査を行い、活動性に関するデータを取得するというものです。昨年度は、図1aに①～⑩で示した断層について調査を行いました。ここでは、そのうち私が担当した⑨雲仙断層群北部について報告します。といっても、調査結果ではなく、実際の調査を始めるに至るまでの悪戦苦闘？話を紹介したいと思います。

通常、私たちが調査を終えて作成する調査報告書や学術論文では、調査の目的や調査地点の説明、調査結果は報告しますが、調査開始に至るまでにあった紆余曲折や悲喜こもごものできごとを書くことはありません。しかし実際には、調査の下準備を始

めてから具体的な調査を開始するまでには、いつも色々な、時には予期しないようなことに遭遇します。下準備には調査に適した地点の選定から調査地点までの資機材の搬入路等のアクセス状況の確認、請負業者の選定、選定した調査地点での調査実施の許可を得るための各種手続きなど数多くの作業が含まれます。場合によっては、調査期間の多くをこの下準備に割くことがあります。実際の調査に要する期間と調査を完了しなくてはならない日から勘案して、この日までには調査に着手しなければまずい日ギリギリにようやく下準備が終了することもあり、そうなるとヒヤヒヤです。今回の雲仙断層群北部の調査もまさにそうでした。

雲仙断層群北部は、東端の長崎県島原市から島原半島を経て半島西側の橘湾にかけて分布する複数の断層の集合体で、ほぼ東西に延び、長さは30 km程度以上とされています（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2006）（図1b）。今回の調査では、断層崖の両側でボーリングを掘削して、地層のずれとその年代から活動性（特に今回の事業では平均変位速度を明らかにすることが求められています）を

解明することを目標としました。断層は 30 km 程度以上と長いのですが、目標の達成に適した地点は限られます。これまでの調査成果を整理したり、今回新たに地形判読を行なったりしたところ、雲仙市普賢岳北方の山地斜面を変位させる断層崖をボーリング調査地点としました。ただし、調査地点を含むあたり一帯は国有林野のため（図 1b）、調査資機

材を搬入する道路といった大規模な地形の改変を伴う工事を行うことはできません。幸い、雲仙科学掘削プロジェクト（例えば、Nakada *et al.*, 2005；中田，2013）のために整地された立派な林道が調査地点まで延びています（図 2 で林道 A と林道 B）。空中写真を見ると、この林道は木々が広がる山の中をクネクネと曲がりながらその位置をはっきりと確

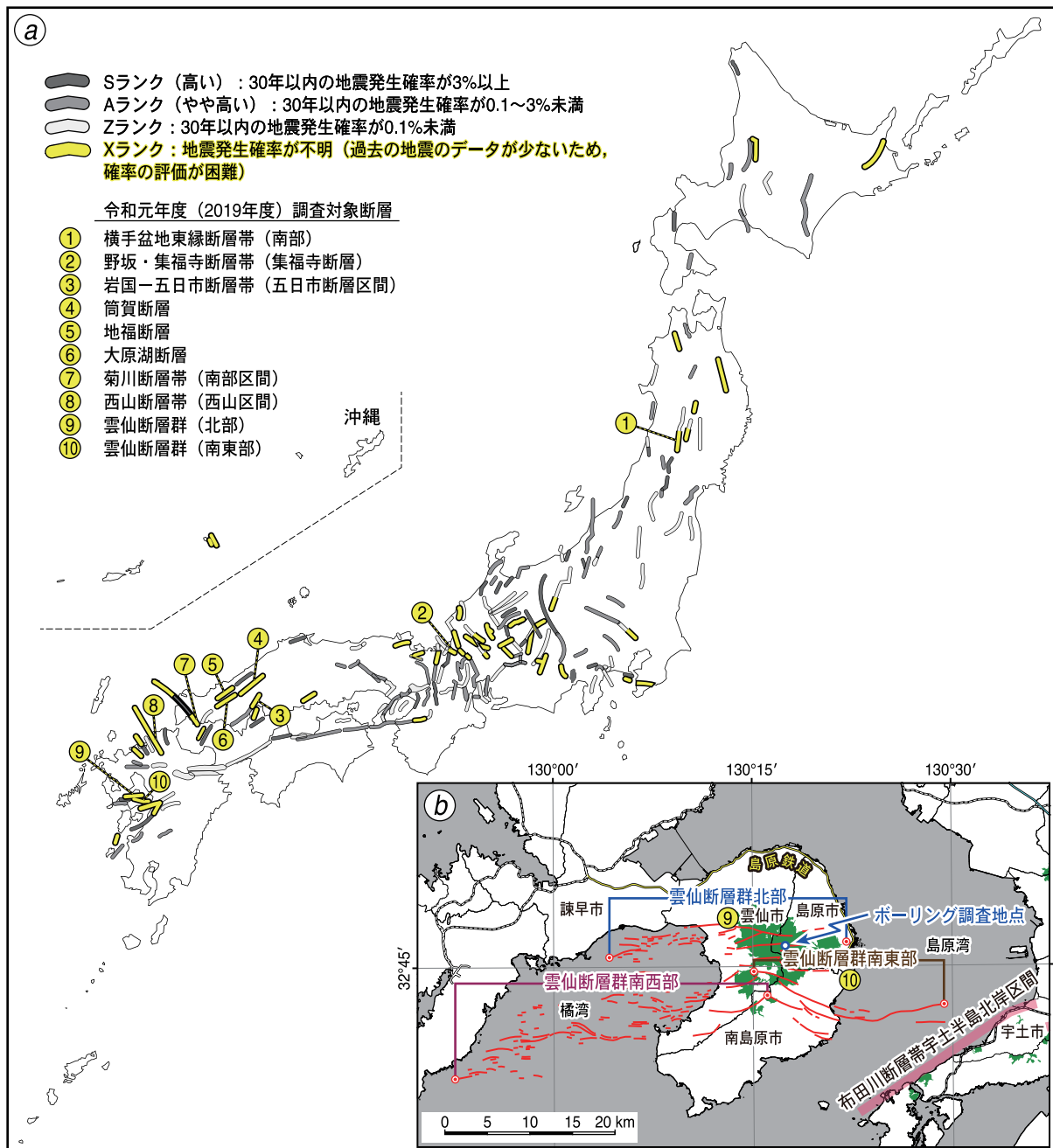


図 1 a) 将来の地震発生確率によりランク分けされた全国主要活断層の分布（地震調査研究推進本部（2020）を編集・加筆）。b) 島原半島周辺の主要活断層とボーリング調査地点。緑で塗った範囲は国有林野。雲仙断層群の分布は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2006）、布田川断層帯の分布は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2013）による。

かめることができます。なお、空中写真や地形図をみると、図2の地点Xで分岐したもう一つの林道が一般道路まで延びています（図2の林道C）。というわけで、林道Bから林道Aを経て調査地点に到達する本命の経路と林道Cから林道Aを経るもう一つの経路が存在しますから、どちらかを使用すれば問題なく調査にこぎつけると考えていました。

現地の下見を行う前に、調査地点の国有林野を管理する長崎森林管理署を訪問し、調査の内容や時期について説明しました。すると、「林道Bが川を横切るところ（図2の地点1）で砂防堰堤から土石が溢れて通れなくなっている」との情報をいただきました。本命の林道と思っていただけに一気に落胆しました。とにかくどんな状況か現地を見てみるしかありません。入林届を提出・受理されてから実際に

林道沿いを歩いて確認すると、途中まではセメント舗装の幅広い道路が続きましたが、問題の地点では砂防堰堤から溢れ出た大量の大きな礫や土砂が道路を埋め尽くし、どこが道路かわからないような状態です（図3a）。「これは無理だろう」と諦めました。そうすると、残された経路は林道Cから林道Aを経由するものに限られます。こちらも歩いて確かめてみることにしました。この確認のための踏査はまだ草木が元気な9月でしたので、林道にも背丈ほど草が茂り、見通しがききません（図4）。慎重に歩くこと2時間半、息を吐きながらようやく調査地点まで到着しました（林道Cの入口から調査地点までの高度差はおよそ460 m）。こちらの林

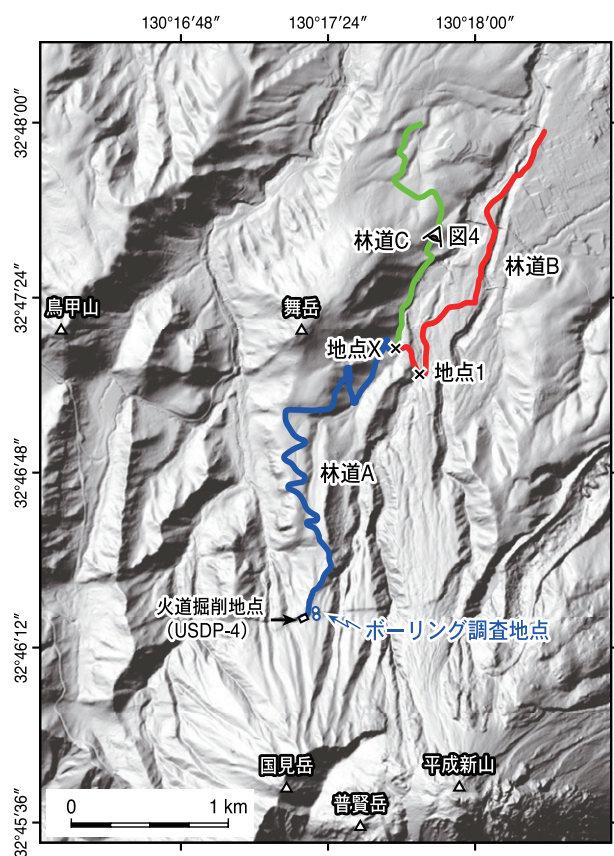


図2 ボーリング調査地点に通じる林道。当初ボーリング調査地点までの移動に林道Bから林道Aのルートを描いていたが、その後林道Cから林道Aのルートに変更し、紆余曲折を経て最終的には当初計画の林道Bから林道Aのルートになった。背景の陰影図は国土地理院基盤地図情報数値標高モデル（5 m メッシュ）から作成。



図3 a) 砂防堰堤から溢れ出た大量の巨礫や土砂で覆われた地点1における林道Bの状況（2019年10月12日撮影）。横倒しになったガードレールがあることでわかるようにこの近くに道路があることがわかる。写真中央やや上寄りでスケールとして置いたヘルメットを○で囲む。b) 重機を用いて巨礫や土砂を取り去ったことによって現れた地点1の舗装された林道B（2019年12月19日撮影）。

道は本命の林道 B と上流の林道 A に比べて道幅が狭く、舗装部分も少ないものの、雨などで大きくえぐられたり、まわりから土砂が流れ出たりしておらず、重機を使って整地する必要があるようには見えません。林道沿いの草木を伐採させてもらえれば調査の資機材や調査員の移動は十分できるような印象を持ちました。こうした状況から、この林道 C から林道 A を経由する林道を調査地点までのアクセス道とすることにしました。

ところが、必要な手続きを済ませて調査の準備が整いつつあったある日、長崎森林管理署のご担当者から「ボーリング調査期間と同じ時期に林道 C でコンクリート舗装工事が実施される模様」との衝撃の情報が入りました。私たちの調査の手続きに対応していただいていたご担当者の部署と工事の部署が違っていたため工事の詳しい情報が入ってこなかったようです。舗装工事を行う会社によると、「短い区間ごとに少しずつコンクリートを打設するために時間がかかるうえ、乾くのにも時間がかかるのでアスファルトのように舗装すればすぐに通行できるようにはならない」とのことで、舗装工事を待って調査を行うことはできそうにありません。林道が通れないとなると、ボーリング調査の資機材の搬入や、調査員の移動に車が使えなくなります。そうすると、ボーリングを諦めて人力で穴を掘って地層を調べるピット調査に変更しなければなりません。深さ 20 m のボーリングを掘削する予定でし



図 4 生い茂った草木や倒れた木で見通しが悪い林道 C の状況 (2019 年 9 月 19 日撮影)。写真のおおよその撮影位置を図 2 に示す。

たが、ピット調査は最大でも深さ 2 m ほどしか掘れません。しかも、林道入口から調査地点までは片道 2 時間半かかります。毎日移動だけでヘトヘトになってしまいます。手続きに要する時間を考えると今から調査地点を見直すことは何としても避けたいところです。そうこうしているうちに、ボーリング調査の請負業者さんが決まり、調査計画について打ち合わせをすることになりました。これまでの事態を報告し、調査着手に課題が山積していることを伝えました。

一体調査はできるのだろうか？と頭を抱えていたところ、現地を下見された請負業者さんから「大型の重機を使えば、林道 B の地点 1 の礫や土砂を撤去することができ、そのまま重機で林道 A を整地すれば調査地点まで問題なくボーリング資機材を積み込んだトラックを搬入出できそうだ」との連絡が入りました。「地獄で仏」、「闇夜の提灯」という言葉が脳裏に浮かびました。とはいえ、林道 B は早い段階で通行できないものと判断し、林道を使用する手続きをしていませんでした。林道の使用手続きに時間がかかるようでは、期限までの調査が難しくなります。そこで、大急ぎで整地した林道 B の使用を長崎森林管理署にお伝えしたところ、「土石を取り除いて通行可能にしてもらえるのはありがたい」ということで、早急に手続きを進めていただくことができました。その結果、図 3b に示すように溢れ出た巨礫や土砂で埋め尽くされていた林道が姿を現し、調査地点までの林道が開通しました。

さあ、これで懸案の林道問題もクリアしていざボーリング調査開始！と思っていたところ、再び長崎森林管理署から「断層調査実施期間に林道 B の上流域で砂防堰堤工事が行われる」との不吉な連絡が。砂防堰堤工事に伴って林道 B で通行止めなどがあると、本当に調査ができなくなってしまいます。再び暗雲が立ち込めてきました。森林管理署から教えていただいた砂防堰堤工事の請負業者担当者に急いで電話したところ、「断層調査期間中は、大型コンクリートミキサー車が頻繁に行き来するけれども、道路を塞ぐようなことはありません」

との回答をいただき大いに安堵しました。

2019年9月に初めて現地を下見してから、実際にボーリング調査に着手できたのが年を跨いだ2020年1月初旬（図5）。その間、果たして期限内に調査はできるのか？と不安に思ったことは何度もありましたが、調査を請け負われた中央開発株式会社の細矢卓志さんの「大型重機を使用することで林道Bの通行が可能」との判断をはじめ調査全般にわたっての献身的なご協力、また長崎森林管理署ならびに長崎県島原振興局のご担当者の多大なるご配慮により円滑に調査実施に必要な諸手続きができたことにより、無事期限内に計画した数量のボーリング調査を行うことができました。感謝いたします。

今回の国有林野内での地質調査実施に際して行なった手続きは以下の通りです。

a. 長崎森林管理署への申請

1. 入林届
2. 国有林野使用許可申請
3. 保安林内土地の形質の変更に関する同意書交付申請
4. 林道利用申請
5. 返地届



図5 国有林野内でのボーリング調査風景。密集する木と木の間の狭いスペースに足場を設置してボーリング掘削を実施（2020年1月24日撮影）。

b. 長崎県島原振興局への申請

- i. 保安林内作業許可申請
- ii. 行為着手報告
- iii. 行為完了報告

本調査は令和元年度文科省委託事業「活断層評価の高度化・効率化のための調査」の一環として実施したものです。

## 文献

地震調査研究推進本部, 2020, 「主要活断層の評価」.

[https://www.jishin.go.jp/evaluation/evaluation\\_summary/#danso](https://www.jishin.go.jp/evaluation/evaluation_summary/#danso) (2020年3月31日閲覧).

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2006, 「雲仙断層群の評価（一部改訂）」. [https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou\\_pdf/95\\_unzen\\_2.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/95_unzen_2.pdf) (2020年3月31日閲覧).

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013, 「布田川断層帯・日奈久断層帯の評価（一部改訂）」. [https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou\\_pdf/93\\_futagawa\\_hinagu\\_2.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/93_futagawa_hinagu_2.pdf) (2020年3月31日閲覧).

中田節也, 2013, 雲仙火山で実施した火道掘削. 地学雑誌, 122, Cover02-1–Cover02-2.

Nakada, S., Uto, K., Sakuma, S., Eichelberger, J. C. and Shimizu, H., 2005, Scientific Results of Conduit Drilling in the Unzen Scientific Drilling Project (USDP). Scientific Drilling, 1, 18–22, doi:10.2204/iodp.sd.1.03.2005.

## 新人研究紹介

## 沈み込み帯における水の循環

中谷貴之（マグマ活動研究グループ）

## プレートの沈み込みと水の循環

私たちが暮らす日本列島の地下には、プレートと呼ばれる岩盤が、毎年数 cm–10cm の速度で沈み込んでおり、日本を特徴づける活発な火山活動と密接に関係していると考えられています。しかし、プレートは海の底の海嶺と呼ばれる場所でマグマが固化して生産されたのち、沈み込むまでに長い年月をかけて冷やされます。そのような冷たいプレートの沈み込みが、高温のマグマを吹き出す火山活動をどのように引き起こすのか、不思議に思えます。この謎を解く鍵になるのが、岩石の融点を下げる効果をもつ水の存在です。海洋底で冷やされたプレートは海水と化学反応を起こし、含水鉱物中の水酸基として水を岩石内部に取り込みます。この水は、含水鉱物というカプセルに守られて地下深くまで輸送され、含水鉱物の安定限界を超えたところで流体の水となり、浮力に従ってプレートから移動・分離します。分離した水は、沈み込むプレートが引き起こす対流により運ばれてきた高温のマントル岩石を溶かしてマグマをつくった後、最終的には火山噴火を通して地表に戻り、循環すると考えられています（図 1）。実際に、日本のようなプレートの沈み込み場（沈み込み帯）の火山のマグマには、他

の地域で生産されるマグマと比べて、水が多く含まれていることが分かっており、沈み込み帯のマグマ活動における水の重要性が主張されています（例えば、Sobolev and Chaussidon, 1996; Plank et al., 2013）。そして、このような事実から、地下深部でプレートから放出された水のほとんどは、マントルでマグマを生成し、噴火を通じて地表にもどると考えられてきました。その一方で、沈み込んだ水の量とマグマと共に地表に放出される水の量の収支などから、プレートから分離したすべての水がマグマを作って循環するわけではないことが示唆されています（例えば、Faccenda, 2014）。私は、マグマを作らずに循環する水に注目し、その循環過程の実態を明らかにすることを目的に、東北大学の大学院にて研究を行ってきました。本稿では、地球内部の高温高压状態を再現できるピストンシリンダー型の実験装置（図 2）を用いた研究の成果について紹介いたします。

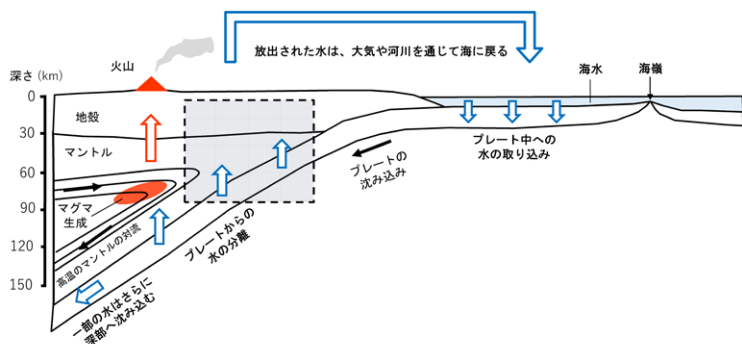


図 1 沈み込み帯における水循環過程を示した模式図。青および朱色の矢印は、それぞれ水流体と水を含むマグマの移動経路を示している。破線で囲まれた領域は、私が研究の対象としたマグマを介さない水循環の場を示している。



図 2 東北大学の大学院での研究に用いたピストンシリンダー型高温高压発生装置。下部地殻～上部マントルに相当する高温高压条件を再現することができる。高压を発生するために試料の大きさは mm サイズに限られる。

### 温かいプレートが沈み込む場での水循環

プレートに含まれる含水鉱物の安定限界は温度に強く依存するので、沈み込む前のプレートが「できたて」で比較的温かいのか、それともできてから時間がたっしまい冷めきっているかで、水の循環過程は変化します。フィリピン海プレートが沈み込む西南日本のように、若く温かいプレートが沈み込む場合、プレート中の主たる含水鉱物は比較的浅所（～30–60km）で分解し、水流体は対流からとり残された冷たいマントル中を移動します（図3a）。そのような低温のマントル中ではマグマは生成されず、水とマントル岩石が反応して、主に蛇紋石という含水鉱物（図3b）から構成される蛇紋岩（図3c）を作ります。蛇紋石は重さにして12–13%の水を含むため、化学反応の速度が十分は速ければ、プレートから分離した水は、蛇紋岩中に効率的に固定されるでしょう。一方、近年になって、西南日本においてプレートから分離した水が、冷たいマントル中を通過し、地表に湧出しているという研究成果が発表されました（Kazahaya et al., 2014）。同様の報告は、温かいプレートが沈み込むアメリカ西海岸のカスケード沈み込み帯でもなされています（McCrory et al., 2016）。仮に効率的に蛇

紋岩化が起きて、全ての水が岩石に固定されれば、水流体は地表には湧出しないうです。そこで、私はピストンシリンダー型の高温高压発生装置を用いて、マントル岩石の蛇紋岩化速度を実験的に決定しました（Nakatani and Nakamura, 2016）。その結果、西南日本やカスケードのような条件下では、蛇紋岩化の速度は驚くほど速く、マントル岩石はスポンジのように水をすぐさま岩石中に取り込んでしまうことが分かりました。そのため、地表に湧出する沈み込むプレート起源の水流体は、蛇紋岩化しきってこれ以上水を吸えない状態のマントルを通過して上昇してきていると考えました。地震波観測の結果から地下の蛇紋岩化度を推定すると、カスケード沈み込み帯では、ほぼ完全に蛇紋岩化していることが分かりました（Nakatani and Nakamura, 2019）。一方西南日本では、不均質が大きく、水の流れが局所化している可能性もあります（例えば、Kawano et al., 2011, Morishige and van Keken, 2017）。

### 冷たいプレートが沈み込む場での水循環

太平洋プレートが沈み込む東北日本のように、比較的早く冷たいプレートが沈み込む場合はどうでしょう？沈み込むプレートの主たる脱水は、深所

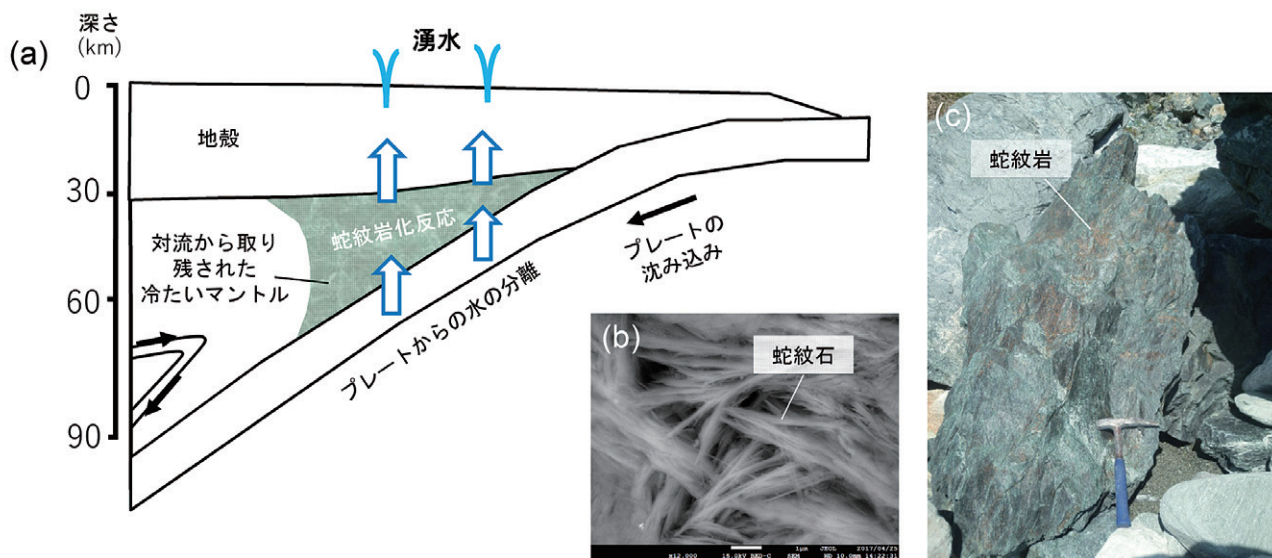


図3 (a)温かいプレートが沈み込む場でのマグマを介さない水循環過程。(b)高压実験にて合成された蛇紋石の電子顕微鏡写真。白いバーは1  $\mu\text{m}$  (1000分の1 mm)を示す。(c)長崎県野母半島の海岸沿いに観察された蛇紋岩。ハンマーの長さはおおよそ30 cmである。蛇紋岩は主としてbに示した微細な蛇紋石の集合体からなる。

(~80km) で始まり、水流体は対流する比較的熱いマントルを移動します (図 4a)。そのようなマントルでは蛇紋石は安定ではなく、水はかんらん石と呼ばれるマントル岩石 (図 4b) の主要構成鉱物の粒と粒の間を移動すると考えられています (Watson and Brenan, 1987)。水流体がかんらん石表面をよく濡らす場合、水流体はかんらん石の粒と粒の間にネットワークを形成し、効率的に岩石中を移動することができます。一方、撥水生地のように、水流体がかんらん石表面を濡らさない場合、水流体は粒と粒の間で孤立してしまい、水は岩石から分離して移動することはできません (図 4c)。ゆえに、かんらん石と水流体との濡れ性が、水の循環過程を左右することになります。私が一部研究指導を行った東北大学大学院の博士学生の Huang Yongsheng 君は、高温高压下におけるかんらん石-塩水系の濡れ性を、ピストンシリンダーを用いて実験的に評価しました。その結果、純粋な水では、かんらん石表面を濡らさなかった水流体が、塩分 (NaCl) を少量 (~2 wt%) 含むだけで濡れ性を増し、マントル岩石中に流体ネットワークを作って浸透・移動しうることを見出しました (Huang et al.,

2019)。そして、この実験結果に基づき、プレートから放出された塩水が比較的浅所 (深さ約 80 km) からマントルに浸透し始め、その一部が蛇紋岩の安定領域とマグマ発生領域の間に存在する窓状の領域を通して、マントル中を上昇するモデルを提案しました (図 4a)。天然試料の分析から、沈み込みプレート起源の水流体には、数%以上の塩分が含まれると考えられています (Wallace, 2005; Kawamoto et al., 2013; Li and Hermann, 2015)。また、多くの沈み込み帯において、窓状の領域の先に高電気伝導度帯が存在することが電磁気観測により明らかにされており (例えば, Mishina et al., 2009; Worzewski et al., 2011; Araya Vargas et al., 2019), そこには窓状の領域を通過した塩水が滞留していると考えられます。以上の研究により、プレートから分離した水が、マグマを作らずに循環する過程の一端が明らかにされました。これらの研究成果は、マグマ生成に寄与する水の量を正しく把握するだけでなく、地震発生領域への水の供給 (例えば Nishiyama et al., 2020) や熱水を介した鉱床形成の過程などを理解する上でも重要になると考えられます。

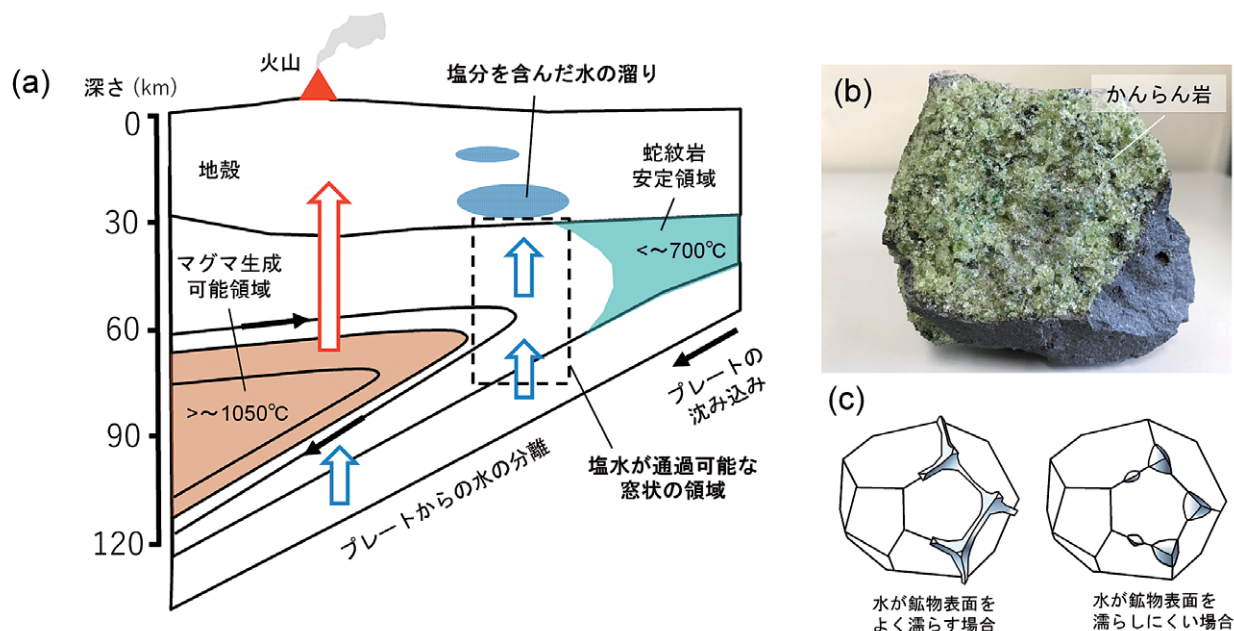


図 4 (a) 冷たいプレートが沈み込む場でのマグマを介さない水循環過程。 (b) 握りこぶし大のアメリカ・サンカルロス産のかんらん石。岩石の大部分を占めるオリブ色の鉱物がかんらん石であり、良質のものはペリドットという名前の宝石になる。 (c) 鉱物多結晶体内部における水流体の分布形態。水が鉱物表面をよく濡らす場合、水は鉱物の稜に沿って流体のネットワークを作る一方、水が鉱物表面を濡らしにくい場合、流体は稜や角に孤立して分布するようになる。Watson and Brenan (1987) の図を参考に一部改変した。

## 産総研での研究

マントルで生成された水を含むマグマは、地殻において滞留し、時に破局的な噴火を引き起こして、地表に戻ります。産総研では、一転して、地殻におけるマグマの貯留条件や移動・反応過程に注目し、マントルで発生したマグマが、どのような場合に破局的な噴火を起こす巨大なマグマだまりを地殻に作るのか、その条件を実験的研究に基づいて探りたいと考えています。どうぞよろしくお願いいたします。

## 引用文献

- Araya Vargas, J., Meqbel, N. M., Ritter, O., Brasse, H., Weckmann, U., Yáñez, G., & Godoy, B. (2019). Fluid distribution in the Central Andes subduction zone imaged with Magnetotellurics. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(4), 4017-4034.
- Faccenda, M. (2014). Water in the slab: A trilogy. *Tectonophysics*, 614, 1-30.
- Huang, Y., Nakatani, T., Nakamura, M., & McCammon, C. (2019). Saline aqueous fluid circulation in mantle wedge inferred from olivine wetting properties. *Nature Communications*, 10(1), 1-10.
- Kawamoto, T., Yoshikawa, M., Kumagai, Y., Mirabueno, M. H. T., Okuno, M., & Kobayashi, T. (2013). Mantle wedge infiltrated with saline fluids from dehydration and decarbonation of subducting slab. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 9663-9668.
- Kawano, S., Katayama, I., & Okazaki, K. (2011). Permeability anisotropy of serpentinite and fluid pathways in a subduction zone. *Geology*, 39(10), 939-942.
- Kazahaya, K., Takahashi, M., Yasuhiro, M., Nishio, Y., Inamura, A., Morikawa, N., Sato, T., Takahashi, H., Kitaoka, K., Ohsawa, S., Oyama, Y., Ohwada, M., Tsukamoto, H., Horiguchi, K., Tosaki, Y., & Kirita, T. (2014). Spatial distribution and feature of slab-related deep-seated fluid in SW Japan (Japanese Title: 西南日本におけるスラブ起源深部流体の分布と特徴), *Journal of Japanese Association of Hydrological sciences*, 44, 3-16.
- Li, H., & Hermann, J. (2015). Apatite as an indicator of fluid salinity: An experimental study of chlorine and fluorine partitioning in subducted sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 166, 267-297.
- Mishina, M. (2009). Distribution of crustal fluids in Northeast Japan as inferred from resistivity surveys. *Gondwana Research*, 16(3-4), 563-571.
- Morishige, M., & van Keken, P. E. (2017). Along-arc variation in short-term slow slip events caused by 3-D fluid migration in subduction zones. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(2), 1434-1448.
- McCrory, P. A., Constantz, J. E., Hunt, A. G. & Blair, J. L. (2016). Helium as a tracer for fluids released from Juan de Fuca lithosphere beneath the Cascadia fore arc. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*.
- Nakatani, T., & Nakamura, M. (2016). Experimental constraints on the serpentinization rate of fore-arc peridotites: Implications for the upwelling condition of the slab-derived fluid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 17(8), 3393-3419.
- Nakatani, T., & Nakamura, M. (2019). Preferential orthopyroxene serpentinization and implications for seismic velocity interpretation in the fore-arc mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(4), 3420-3435.
- Nishiyama, N., Sumino, H., & Ujiie, K. (2020). Fluid overpressure in subduction plate boundary caused by mantle-derived fluids. *Earth and Planetary Science Letters*, 538, 116199.
- Plank, T., Kelley, K. A., Zimmer, M. M., Hauri, E. H., & Wallace, P. J. (2013). Why do mafic arc magmas contain ~4 wt% water on average?. *Earth and Planetary Science Letters*, 364, 168-179.
- Sobolev, A. V., & M. Chaussidon (1996). H<sub>2</sub>O concentrations in primary melts from supra-subduction zones and mid-ocean ridges: implications for H<sub>2</sub>O storage and recycling in

the mantle, *Earth and Planetary Science Letters*, 137(1), 45-55.

Wallace, P. J. (2005). Volatiles in subduction zone magmas: concentrations and fluxes based on melt inclusion and volcanic gas data. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 140, 217-240.

Watson, E. B., & Brenan, J. M. (1987). Fluids in the lithosphere, 1. Experimentally-determined

wetting characteristics of  $\text{CO}_2\text{H}_2\text{O}$  fluids and their implications for fluid transport, host-rock physical properties, and fluid inclusion formation. *Earth and Planetary Science Letters*, 85(4), 497-515.

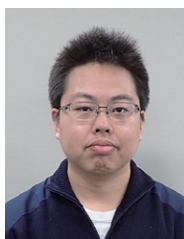
Worzewski, T., M. Jegen, H. Kopp, H. Brasse, & W. T. Castillo (2011). Magnetotelluric image of the fluid cycle in the Costa Rican subduction zone, *Nature Geoscience*, 4(2), 108-111.

## 2020年度 新人紹介

### 地震テクトニクス研究グループ

椎名 高裕 Shiina Takahiro

地震テクトニクス研究グループに配属になりました椎名高裕です。2016年3月に東北大学で学位を取得し、北海道大学および東京大学地震研究所でのポストドクを経て、本年4月より産総研に着任いたしました。



地震が発生すると地震波が地球内部を伝播し、その揺れを地表の地震計が記録します。逆に言えば、観測された地震波形の特徴から地震波が伝播した地球内部の不均質構造（地震波伝播速度などの空間的なゆらぎ）の情報が得られます。私はこれまで、地震波形解析をベースにした不均質構造の推定を行い、東北日本沈み込み帯における岩石や水の分布を調べてきました。そして、これらの研究を通して、沈み込み帯で発生する地震のメカニズムや水の循環プロセスの解明を目指してきました。

研究当初から注目してきたのは後続波と呼ばれる、広く知られているP波やS波（以下、直達波）の後に続いて観測される地震波です。後続波の観測はしばしば局所的（数kmスケール）に発達する

不均質構造の存在を示す直接的な証拠となります。東北日本下に沈み込む太平洋プレート（スラブ）内部で発生する地震では、変換波やトラップ波と呼ばれる後続波が観測されます。私はこれらの後続波の解析を行うことで、スラブ最上部を成す海洋性地殻の詳細な地震波速度構造の推定を実現しました。これにより、東北日本下ではMORB（中央海嶺玄武岩：Mid-Ocean Ridge Basalt）を起源とする含水鉱物が深さ100km程度まで沈み込むとともに、それらの含水鉱物の相転移に伴い放出された水が海洋性地殻内部に存在することを突き止めました。この結果は、地殻内地震活動が流体の水によって活発化していることを示していると考えています。

このように地震波解析は詳細な地下構造を描画することができます。活断層をはじめとする断層帯周辺は、地球の中でも最も不均質性の強い領域の一つです。今後は、これまでの経験を活かし、断層帯に特徴的な後続波を含む地震波の解析などから、断層帯内部あるいは周辺における不均質構造モデルの構築を進めていきたいと考えています。そして、それらが断層の物理特性やその周辺に物質構造の解明につながるよう皆様と一緒に研究をさせていただければ幸いです。どうぞよろしくお願いいたします。

## 海溝型地震履歴研究グループ

嶋田 侑真 Yumi Shimada

この度、海溝型地震履歴研究グループの修士型研究員として入所致しました嶋田侑真です。私はこれまで、南海トラフにおける過去数千年間の地震と津波の発生履歴を解明する研究を行ってき



ました。過去に発生した津波の痕跡の一つである津波堆積物は、津波の発生年代や浸水範囲の推定に利用することが出来ます。しかしながら、津波堆積物を堆積学的特徴のみで他のイベント堆積物と区別することは難しいとされています。そこで私は、珪藻という単細胞生物の化石を用いて津波堆積物を特定しています。珪藻類は、塩分・底質などに応じて棲み分けているという特徴を持っており、イベント堆積物中の珪藻化石を観察することで、その堆積物の起源を推定することが出来ます。また、イベント堆積物の上下の地層に含まれる珪藻化石を調べることで、地震に伴う地殻変動によって引き起こされた相対的海水準変動を復元できることもあります。

千島海溝やアリューシャン海溝沿岸地域では、津波堆積物・地殻変動・海岸浸食などの情報から総合的に地震像を捉える取り組みが行われています。南海トラフ沿岸地域では、西暦1707年の宝永地震以降については歴史記録・観測記録により地殻変動が明らかにされているものの、それより前の地震については未解明の状態です。今後は、地殻変動の知見を過去数千年間に引き延ばし、南海トラフで発生する地震の繰り返しや破壊領域の多様性について明らかにすることで、当該地域の防災・減災に貢献したいと考えております。

地質に関する様々な専門知識や視点を持った方々と研究できる環境に感謝し、幅広い知識・技術を学ぶことで研究者として成長していきたいと思っています。これからどうぞよろしくお願い致します。

## 地質変動研究グループ

石井 祐次 Yuji Ishii

地質変動研究グループの石井祐次です。私は2018年3月に名古屋大学で学位を取得し、その後2年間は学振PDとして地質情報研究部門海洋環境地質研究グループの田村 亨さんの下でOSL年代測定を習得し、この4月から所属を変えて職員として採用されました。



私の研究の関心は河川地形の発達過程です。これまでの研究では、河川の氾濫や河道の蛇行などにより土砂が堆積する場である氾濫原の発達過程の解明に取り組んできました。氾濫原の堆積物は河川の活動記録であり、海水準変動や気候変動に対する河川の応答を解明するための重要な手掛かりであると言えます。私は学生時代に北海道の石狩低地や後志利別川低地、学位取得後にはカンボジアのメコン川の氾濫原などにおいて研究をおこなってきました。沿岸域にみられる氾濫原の発達過程において、海水準変動の影響が大きいことが多くの既存研究によって示されていましたが、東アジアの氾濫原では、海水準変動に加えて夏季モンスーンによる降水量の変動を考慮することも重要であることが、私の研究によって分かってきました。

今後の数年間は、河成段丘の堆積物に対するOSL年代測定の適用性に関する研究を主におこなっていきます。海成段丘の分布域よりも内陸側における長期的な隆起速度の推定には、二つの氷期に形成された河成段丘の高さの違いが用いられます。この手法による隆起速度の推定においては、河成段丘の堆積物の堆積年代を直接推定することが重要です。この研究により、河成段丘を用いた隆起速度の推定の正確度を向上させることを目指します。長期的には、河成地形の発達過程についてさらに見識を深め、氷期・間氷期における河川による侵食・堆積過程の流域スケールでの解明、河床縦断形の逆解析による隆起速度の推定など、河川地形の長期的な変化に関する様々なテーマに取り組んでいきたいと考えています。

外部委員会等 活動報告 (2020年2月～3月)

2020 年 2 月 3 日

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部  
会 (岡村・藤原出席 / 文科省)

重点調査対象活断層について、ほか

2020 年 2 月 6 日

原子力規制庁原子炉火山部会 (篠原出席 / 原子力規  
制庁)

原子炉の運用に関する火山活動の評価

2020 年 2 月 7 日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、地震防  
災対策強化地域判定会 (松本 (則)、板場出席 / 気  
象庁)

各機関の最近 1 ヶ月の観測データを持ち寄り、南  
海トラフ沿いの地震に関する地殻活動モニタリン  
グの評価検討を行った。

2020 年 2 月 12 日

地震調査委員会 (岡村・宮下出席 / 文科省)

2020 年 1 月の地震活動の評価ほか

2020 年 2 月 21 日

東京都環境影響評価審議会第二部会 (宮越出席 / 都  
庁)

2020 年 2 月 25 日

地震調査委員会長期評価部会海域活断層評価手法  
等分科会 (岡村出席 / 文科省)

日本海南西部の活断層の評価について

2020 年 2 月 26 日

第 4 回日光白根山火山噴火緊急減災対策砂防計画  
検討委員会 (石塚出席 / 国交省)

委員会は最終回であり、とりまとめの「日光白根山  
火山噴火緊急減災対策砂防計画 (案)」に関して議  
論を行った。

2020 年 2 月 27 日

東京都環境影響評価審議会総会 (宮越出席 / 都庁)

2020 年 3 月 3 日～4 日

大分県天然記念物緊急調査指導委員会 (星住出席 /  
大分県)

大分県の天然記念物調査

2020 年 3 月 27 日

東京都環境影響評価審議会総会 (宮越出席 / テレビ  
会議)

IEVG ニュースレター Vol.7 No.1 (通巻 37 号)

2020 年 4 月 発行

発行・編集 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
活断層・火山研究部門  
編集担当 黒坂朗子

問い合わせ 〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7

Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803

URL <https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html>