

令和5年度廣川研究助成事業報告 (1)

Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes
参加報告, および沈み込み帯の内部構造復元とその形成
プロセス解明に向けた国際共同研究のための事前協議志村 侑亮¹⁾

はじめに

令和5年度廣川研究助成事業により, 2023年10月16~17日にかけてフランスオルレアン大学に在籍する Hugues Raimbourg 博士と, 沈み込み帯の内部構造復元とその形成プロセス解明に向けた国際共同研究のための事前協議を行った。また, 事前協議に先立ち, 学術変革領域研究(A)Slow-to-Fast地震学の支援により, 10月7~13日にかけてフランスのコルシカ島で開催された Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes に参加した。これらの概要について報告する。

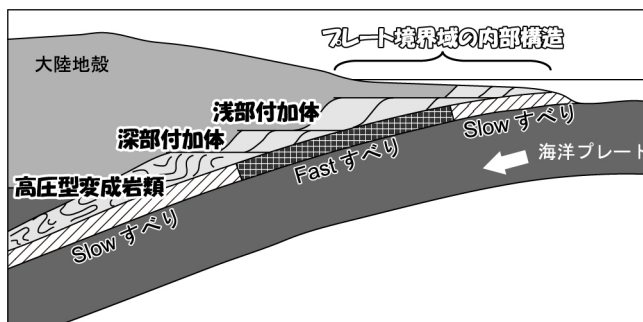
背景と目的

これまでの地震学的・測地学的研究により, 沈み込み帯プレート境界域では Slow から Fast までのすべりが観測されている (Obara and Kato, 2016) (第1図)。これら多岐にわたるすべり現象は互いに関連しており, Slow すべりの進行によりひずみが蓄積され, 地震を伴う Fast すべりが生じるとされている。そのため近年では, 地震を引き起こす Fast すべり領域のみならず, Slow すべり領域から Fast すべり領域までの全体を網羅した, プレート境界域の総合

的・包括的な現象理解が重要視されているといえる。特にプレート境界域内部の構造は, Slow から Fast までの“すべりの痕跡”を記録したものであり, その構造復元が重要であることは言うまでもない。

著者は現在, 陸域地質図プロジェクトの一環として, 紀伊半島南西部に位置する5万分の1地質図幅「川原河」の調査・研究を実施している。また, 令和4~5年度の学術変革領域研究(A)Slow-to-Fast地震学の公募研究を通じ, 野外調査に立脚した研究を実施している。これらの研究地域には, 白亜紀~古第三紀当時のプレート境界域で形成された付加体やその深部相にあたる高圧型変成岩類が広く分布している。すなわち, 本地質図幅の整備や公募研究での野外調査に基づいた付加体の岩相や地質構造の把握は, 当時のプレート境界域における内部構造の復元とその長期的な形成プロセスの解明を可能にする。本研究遂行のため, 著者は地質学の分野に限らず, 地震学・測地学・ジオダイナミクス・モデリング・シミュレーションなどあらゆる分野の研究者と議論できる国際的な交流機会を必要としていた。

コルシカ島カルジェーズで開催された Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes は, 沈み込み帯で生じる地震に焦点を当てて研究する研究者がスクール・巡検を通じて議論できる貴重な機会である。また, オルレアン大学に在籍する Raimbourg 博士は, 著者が対象とする付加体を長年研究し, 付加体の構造から読み取れる地震現象に関して多数の成果を報告している (例えば, Raimbourg et al., 2014, 2019)。そこで著者は, 沈み込み帯の内部構造復元とその形成プロセス解明に向け, コルシカ島 Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes およびオルレアン大学で研究発表と議論を行い, 今後の国際共同研究のための事前協議を実施した。



第1図 沈み込み帯プレート境界域の模式断面図。

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: 廣川研究助成事業, 沈み込み帯, コルシカ島, オルレアン, フランス

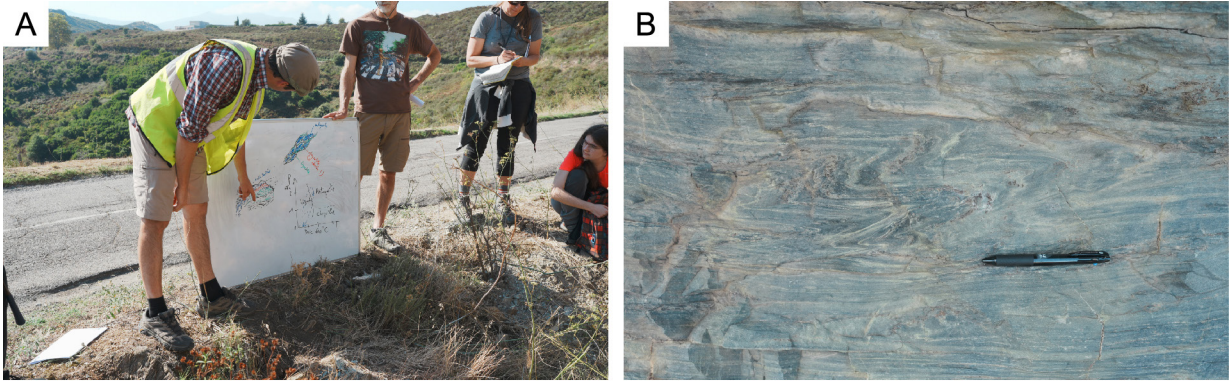


写真1 2023年10月7～8日, Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes 巡検。(A) 案内者が解説している様子, (B) プレート境界域での延性変形を記録した高圧型変成岩類。

10月7～8日, コルシカ島巡検

コルシカ島は、総面積約 8700 km² で日本の四国の約半分ほどであるが、標高 2500 m を越える急峻な山岳地帯を有している。コルシカ島は、大きく西側のバリスカンコルシカと東側のアルパインコルシカに分けられる (Durand-Delga, 1984)。バリスカンコルシカは石炭紀～ペルム紀の火成複合岩類からなる大陸基盤で (例えば, Rossi *et al.*, 2015), アルパインコルシカは中生代以降の高圧型変成岩類からなる沈み込み帯プレート境界域の深部物質で構成されている (例えば, Beaudoin *et al.*, 2017)。これらの地質体は、古第三紀～新第三紀頃の引張応力場によりヨーロッパ大陸からコルシカ島が分離したことによる変形作用を受けたと考えられている。Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes における 2 日間の巡検では、アルパインコルシカの高圧型変成岩類や変成した大陸地殻 (テンダ地塊) を中心に、プレート境界域における高圧変成作用と延性変形作用、そしてその後のコルシカ島形成に関連した引張応力場に伴う変形プロセスについて、実際に現地でも露頭を観察しながら議論を行った (写真 1)。

著者が最も印象に残っているのは、1 日目で観察した高圧型変成岩類である。岩石の露出が極めて良好であったため、高圧型変成岩類の岩相・地質構造・延性変形構造を詳しく観察することができた (写真 1B)。特に、高圧型変成岩類の岩相変化からプレート境界域深部の構造層序が復元されていたことには大変感銘を受けた。また、高圧型変成岩類中の青色片岩が石英脈に沿って緑色片岩に置き換わっている露頭も観察した。これは、プレート境界中に存在する流体が青色片岩と反応し、より安定な変成相 (緑色片岩相) に移り変わったことを示しており、プレート境界域における形成プロセスを理解する上で流体の影響は切り離せない

ことを著者に強く印象付けた。

今回の巡検で受けたもう一つの印象として、日本とヨーロッパの研究文化の違いが挙げられる。日本の研究者は、対象岩石の特定プロセスに着目して深く研究を行う文化があるように感じるが、ヨーロッパの研究者は既存研究を集約・評価することで総合的なプロセス理解・モデル構築に取り組む文化があるように感じた。ヨーロッパの研究者との野外での議論は、今後の著者自身の研究方針を決める上でも大いに参考になった。

10月9～13日, コルシカ島スクール

Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes における 5 日間のスクールでは、地震学・測地学・地質学・ジオダイナミクス・モデリング・シミュレーションなど様々な専門分野を持つ研究者や大学院生らが口頭・ポスター発表を行った。口頭発表では、毎日 10 名程度の演者が keynotes (45 分), intermediate talks (30 分), short talks (15 分) に分けられ研究紹介を行った。ポスター発表は、地中海性気候のコルシカ島ならではのことで、野外にポスターが掲示され (写真 2A)、午前中と夕方にコアタイムが設けられた。

著者は、2 日目のジオダイナミクスのセッションで口頭発表を行った (写真 2B)。今回の発表では、日本列島の白亜紀～古第三紀付加体における岩相・地質構造・年代・被熱温度に着目し、海嶺が沈み込み帯に接近し沈み込むことでプレート境界域の構造や形成プロセスへどのような影響を及ぼしたのか検証し、その成果を報告した。発表後には、地質学者のみならず、モデリング・シミュレーションの研究者から、コスタリカやチリなど現在も海嶺が衝突する沈み込み帯で生じている現象を紹介してもらった。著者自身の考察の妥当性を検証できたと共に、モデリングやシミュ



写真2 2023年10月9～13日, Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes スクール。(A) 地中海性気候のコルシカ島ならではの、野外に掲示されたポスター。1日2回のコアタイムが設けられ、研究者たちが白熱した議論をしていた。(B) 著者の口頭発表の様子。

レーションで得られた時空間スケールとの整合性を議論できたことは、著者にとって貴重な機会であった。

スクール中の昼休みには、グループディスカッションの時間が設けられ、世界の最先端で研究する研究者が今後着目すべき研究テーマや国際的な共同研究連携の可能性について活発に議論していた。いつかこのような場で率先して議論できる研究者になりたいと強く感じた。

10月16～17日, オルレアン大学訪問

オルレアン大学訪問は、東京大学大気海洋研究所の山口飛鳥博士、国立研究開発法人海洋研究開発機構高知コア研究所の奥田花也博士、地質情報研究部門の宮川歩夢博士と共同で実施した(写真3A)。まず、オルレアン大学に設置されている摩擦試験機、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定装置、簡易式カソードルミネッセンス(CL)付属の偏光顕微鏡(写真3B)、および高分解能CL付属のEPMAなどの分析機器を見学し、その後 Raimbourg 博士と今後の国際共同研究や外部資金獲得について議論した(写真3C, 3D)。この議論の場では、Raimbourg 博士を含めた5名の研究者が研究連携を組むことで、プレート境界の内部構造やその形成プロセス、そして地震発生との関連性についてどのような貢献が可能なの

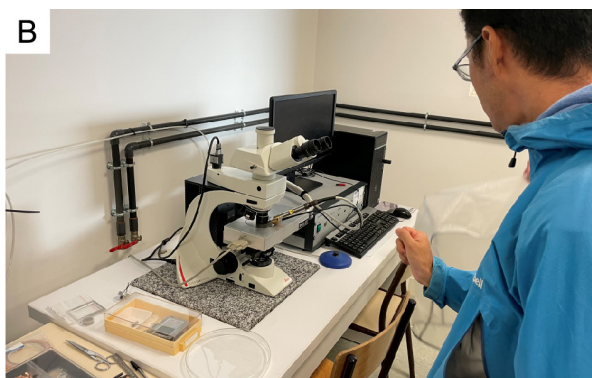


写真3 2023年10月16～17日, オルレアン大学訪問。(A) オルレアン大学訪問の様子。(B) オルレアン大学に設置されている簡易式カソードルミネッセンス付属の偏光顕微鏡を見学している様子。(C) 著者が研究紹介と国際共同研究の可能性について議論している様子。(D) 集合写真。左から JAMSTEC の奥田博士, 地質情報研究部門の宮川博士, オルレアン大学の Raimbourg 博士, 著者, 東京大学の山口博士。

か、多くの話し合いがされた。また、数年以内のフランス長期海外滞在による国際共同研究推進など、具体的な案も打ち出すことができ、今後の研究において大変貴重な足がかりとなった。

おわりに

今回の渡航では、著者自身の研究発表のみならず、現地の地質を観察できたこと、世界の第一線で研究する研究者との議論により視野を広げることができたこと、今後の国際共同研究に向けた具体的な打ち合わせができたこと、海外のコミュニティ形成への足がかりとなったことなど非常に大きな成果を得ることができた。本渡航に際しては、学術変革領域研究(A) Slow-to-Fast 地震学、および旧地質調査所 OB である廣川 治氏のご遺族から地質調査総合センターへ寄付いただいた資金(廣川研究助成金)の一部を使用させていただいた。関係者の方々へ深く感謝申し上げる。

文 献

- Beaudoin, A., Augier, R., Jolivet, L., Jourdon, A., Raimbourg, H., Scaillet, S. and Cardello, G. L. (2017) Deformation behavior of continental crust during subduction and exhumation: Strain distribution over the Tenda massif (Alpine Corsica, France). *Tectonophysics*, **705**, 12–32.
- Durand-Delga, M. (1984) Principaux traits de la Corse alpine et corrélations avec les Alpes Ligures. *Memorie della Societa Geologica Italiana*, **28**, 285–329 (in Italian).
- Obara, K. and Kato, A. (2016) Connecting slow earthquakes to huge earthquakes. *Science*, **353**, 253–257.
- Raimbourg, H., Augier, R., Famin, V., Gadenne, L., Palazzin, G., Yamaguchi, A. and Kimura, G. (2014) Long-term evolution of an accretionary prism: The case study of the Shimanto Belt, Kyushu, Japan. *Tectonics*, **33**, 936–959.
- Raimbourg, H., Famin, V., Palazzin, G., Yamaguchi, A., Augier, R., Kitamura, Y. and Sakaguchi, A. (2019) Distributed deformation along the subduction plate interface: The role of tectonic mélanges. *Lithos*, **334–335**, 69–87.
- Rossi, P., Cocherie, A. and Fanning C. M. (2015) Evidence in Variscan Corsica of a brief and voluminous Late Carboniferous to Early Permian volcanic-plutonic event contemporaneous with a high-temperature/low-pressure metamorphic peak in the lower crust. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **186**, 171–192.
- SHIMURA Yusuke (2024) Report on the 2023 Hirokawa Research Grant Project: The participation in the Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes, and preliminary arrangements of cooperative research to reconstruct the internal structure of the subduction zone and to understand its formation process.

(受付：2023年12月11日)