

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26400482

研究課題名(和文) 北西太平洋における後期中生代以降の海洋性沈み込み帯と海洋プレート古地理の復元

研究課題名(英文) Reconstruction of intraoceanic subduction and paleogeography of oceanic plates in NW Pacific since late Mesozoic

研究代表者

植田 勇人 (Ueda, Hayato)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：70374197

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：海洋プレートは誕生後2億年以内に沈み込んで失われるため、過去のプレート復元には、陸域の付加体やオフィオライトとしてとりこまれた海洋プレート起源の岩石が重要な資料となる。本研究では、中生代以降の北西太平洋における海洋プレートの配置復元するため、北海道に分布する付加体やオフィオライトの岩石と層序、年代を検討した。その結果、空知-エゾ帯と常呂帯の双方から、活動的大陸縁辺とは別の海洋性島弧-海溝系が北西太平洋に存在したことを支持する結果が得られた。このことから、中生代の日本周辺には少なくとも4枚のプレートが存在し、それらの相互作用の中で日本列島の基盤が成長した可能性が高くなった。

研究成果の概要(英文)：Because oceanic plates are subducted into the Earth interior within 200 m.y. since their birth, oceanic rocks incorporated in accretionary and ophiolitic terranes exposed on land play important roles on reconstruction of ancient oceanic plate configuration. This study examined petrology, stratigraphy, and geochronology of Mesozoic accretionary complexes and ophiolites in Hokkaido. The obtained data suggested existence of intraoceanic arc-trench systems independent from Eurasian active continental margin in the Mesozoic NE Pacific. It is probable that Japanese Islands developed under interactions between at least four tectonic plates in Jurassic to Cretaceous periods.

研究分野：地質学

キーワード：海洋プレート古地理 海洋性島弧

1. 研究開始当初の背景

海洋プレートは誕生後比較的短期間に地球内部へと沈み込んでいくため、過去の地球表層を覆っていた海洋プレートはほとんど新しプレートに更新されてしまっている。過去のプレート配置や運動は、現在残されているプレートの地磁気縞模様とホットスポット軌跡等地球物理学的手法によって復元されてきたが、原理的な制約があり、とくに北西太平洋では不確定要素が大きい。一方、環太平洋地域の付加体やオフィオライトには、既に沈み込んだ海洋プレートの岩石や層序の一部が取り込まれており、それらの年代や構成岩石を精査およびコンパイルすることにより、地球物理学的手法とは独立に海洋プレート配置を復元することが可能である。近年は地震波トモグラフィによって捉えられた滞留スラブからプレート配置を復元する試みがなされているが、そのクロスチェックやモデルの制約条件として、上記の地質学的なプレート復元の重要性が増している。

2. 研究の目的

本研究では、中生代の海洋プレートの断片が多く含まれる北海道を主要なフィールドとして、付加体やオフィオライトの玄武岩類や遠洋性堆積物の岩石学的、層序的な特徴を明らかにするとともに、それらがユーラシア縁辺に沈み込んだ年代を陸源砕屑岩から求めることにより、北西太平洋の中生代以降にプレート配置の復元に対する地質学的な制約を与えることを目的とする。

3. 研究の方法

空知・エゾ帯や常呂帯を中心とした北海道～東北北部の付加体について、玄武岩類の岩相や化学組成から、当時沈み込んだ海洋プレート基盤の成因を特定する、玄武岩類を覆う堆積物の岩相と層序、および放散虫やジルコン U-Pb 年代から、海洋プレートの形成場やユーラシア縁辺への移動履歴を検討する。砂岩等の粗粒砕屑物の砕屑性ジルコン U-Pb 年代から、海洋底に砕屑物を供給した給源の地殻構成を復元する。また、ユーラシア大陸起源の砕屑物を含む地層の凝灰岩（および砂岩）については、砕屑性ジルコンの年代から、海洋プレートのユーラシア縁辺への到達時期（砂岩の場合はその下限年代）を特定する。ロシア極東や西南日本、フィリピン海など、周辺地域における同様の資料をコンパイルし、中生代の北西太平洋における海洋プレート古地理の復元を試みる。

4. 研究成果

(1) 研究開始と同時に新潟大学に移籍したことを契機に、同大学に設置されているレーザーアブレーション ICPMS を用いて、ジルコンの U-Pb 年代測定を実現化し、分析ルーチンを構築するとともに、その結果の精度や確度を検証した。また、分析結果の煩雑な計算

処理を自動化し、多量の分析値から素早く年代値とその信頼度に関する統計値を得られるよう、オリジナルの計算プログラムを作成した。これらの分析・解析手法と結果の評価は、国際誌に投稿し掲載された。併せて、岩石からジルコン結晶を抽出するための設備や器具を整備し、作業をルーチン化した。以上により、ジルコンの抽出から年代測定まで一貫して新潟大学でできるようになった。そのため、外注や他機関機器使用のための費用を必要とせずに、限られた予算内でより多くの年代測定を自由に行うことができるようになった。

(2) ユーラシア縁辺に沈み込んだ海洋プレートの情報に乏しかった白亜紀中期について、神居古潭帯日高町地域に分布する雁皮山コンプレックスについて野外地質調査を実施し、地質図を作成したほか、新たに海洋プレート層序を発見した。当該層序の基底部を構成する玄武岩は、微量元素組成から深海玄武岩であると判断される。玄武岩を覆うチャートからは前期白亜紀 Aptian 以前の放散虫化石を抽出した。チャートと砕屑岩の境界部にはチャートと珪質泥岩の薄互層があり、ここからは前期白亜紀 Albian 前期の放散虫化石を見出した。従来より砕屑岩層の黒色泥岩からは Albian 後期～セノマニアン期の放散虫化石が報告されたが、今回挟在する凝灰岩層から約 100 Ma のジルコン U-Pb 年代を得た。以上の結果は、白亜紀中葉の 100 Ma 頃に沈み込んだ海洋地殻が前期白亜紀に形成されたものであることを示す。したがってこの時期には、すでに四万十型の若い海洋地殻が沈み込んでいたことが明らかとなった。

(3) 神居古潭帯南部の新冠地域において野外地質調査を行い新たな地質図を作成するとともに、前期白亜紀付加体の見かけ下位に新たなオフィオライトを発見した。構成する火成岩類は、記載岩石学的検討と全岩化学組成の分析から、海洋性島弧に特徴的なボニナイトを含む安山岩質であることが明らかになった。また、深成岩（斑れい岩ないし閃緑岩）を赤色泥岩が不整合に覆う露頭を複数箇所発見し、赤色泥岩から保存不良ながら前期白亜紀末の Albian 頃と推定される放散虫化石を抽出した。以上の検討から、当該地域のオフィオライトは前期白亜紀ないしそれ以前に海洋性島弧として誕生し、付加以前の海洋域で下部地殻～マントル岩石が海底に露出するような履歴を経たことを明らかにした。現世海洋域で島弧の下部地殻～最上部マントル物質は、背弧拡大に伴って上昇する事例が知られている。そのため、新冠地域のオフィオライトの元になった島弧は海洋域で背弧拡大を経験したことが示唆される。

(4) ユーラシア大陸縁辺で形成されたと考えられる、北部北上帯東縁部の青森県尻屋崎地域の付加体について新たな地質図を作成し、砕屑物や放散虫化石の検討とともに、陸源砕屑岩中の凝灰岩から抽出したジルコン

の U-Pb 年代を測定した。その結果、前期白亜紀のおよそ 130 Ma の年代が得られた。この年代は、神居古潭帯の最初期変成岩の形成年代と重複する。このことにより、同時期にはユーラシア縁辺の北部北上帯を形成した沈み込み帯と、空知層群から構成される海盆の東縁に位置し神居古潭帯を形成した沈み込み帯の、少なくとも 2 列の沈み込み帯が併存したことが明らかになった。尻屋崎の付加体の地質調査、碎屑物組成、放散虫化石年代、およびジルコン U-Pb 年代の成果を国際誌に投稿し、研究期間内に受理された。

(5) 北海道富良野市南部の芦別岳東麓地域および同市北部～芦別市南東部の奈江川地域においてそれぞれ、空知層群から蝦夷層群最下部における地質図を作成し、層序と碎屑物組成、全岩化学組成、放散虫化石年代およびジルコン U-Pb 年代を再検討した。従来、海台起源と考える説が優勢であった基底部の玄武岩類について全岩微量元素組成を検討した結果、深海玄武岩（中央海嶺玄武岩）であることが明らかとなった。また、海盆形成後の早い段階（白亜紀最初期）から島弧起源の安山岩質碎屑物が流入したことや、次第に大陸源の凝灰岩を挟む岩相に変化し、前期白亜紀中葉にユーラシア大陸から砂が供給され始めたことが明らかとなった。これらの結果は、空知層群の海盆が海洋性の島弧-背弧系の一部として誕生し、その後ユーラシア大陸に接近してその一部となった履歴を示唆する。そのため、ジュラ紀末～前期白亜紀中葉の間、空知層群は海洋性島弧-背弧系を持つプレートの一部であった可能性を見出した。

(6) 神居古潭帯三石蓬萊山地域に、新たにオフィオライトを見出した。このオフィオライトを構成する火山岩や深成岩について全岩化学組成を検討した結果、海洋性島弧に特徴的なボニナイトを含む安山岩質であることが明らかとなった。また、随伴する珪長質深成岩からジュラ紀中期末ないし後期初頭のジルコン U-Pb 年代を得た。そのため、ジュラ紀に海洋性島弧が存在したことが明らかとなった。この地域について作成した地質図をもとに、このオフィオライトが神居古潭帯変成岩の構造的上位に位置することを明らかにした。このことから、同オフィオライトは空知層群からなる海盆の一部を構成する可能性を見出した。

(7) 同地域において、神居古潭帯最初期の変成岩であるざくろ石角閃岩について、ジルコン U-Pb 年代および Ar-Ar 年代を測定した。ジルコンからは前期ジュラ紀の原岩年代と後期ジュラ紀～白亜紀初頭における変成年代が得られた。角閃石と白雲母からはそれぞれ前期白亜紀中葉の冷却年代が得られた。これらのうち、ジルコン U-Pb 年代は、北部北上帯最末期の付加体の年代より古いことから、神居古潭帯の初期の変成作用は海洋性沈み込み帯で形成された可能性を見出した。

(8) 神居古潭帯前期白亜紀付加体の野外調査と地質図作成を行い、多量に含まれる玄武岩の成因を検討した。その結果、従来ホットスポット海山ないし海台起源と考えられていたこれらの岩石の多くは、ブルームの影響を受けた海嶺で形成された可能性が高いことが明らかになった。そのため、玄武岩の年代は海洋底の形成年代に近似できる。また、これらの海洋底岩石の正確な付加年代を決定するため、陸源碎屑性砂岩のジルコン U-Pb 年代を測定し、前期白亜紀中葉の年代を得た。

(9) 常呂帯の湧別層群、佐呂間層群、仁頃層群の砂岩につて、碎屑性ジルコン U-Pb 年代と碎屑性単斜輝石の化学組成を検討した。いずれも島弧起源の碎屑物であることを確認するとともに、湧別層群では大陸起源の古期ジルコンを含む一方、佐呂間層群や仁頃層群の試料には古期ジルコンは含まれなかった。このことから、常呂帯は白亜紀には大陸からは独立した沈み込み帯として発達し、古第三紀にユーラシアに接近ないし接合したことが考えられる。

(10) 以上の各地域での成果を統合することにより、ジュラ紀から白亜紀中期にかけてのプレート配置について、新しい仮説を立てた。まず、ジュラ紀から前期白亜紀にかけて、原日本列島が位置していたユーラシア大陸東縁には少なくとも 2 つの海洋プレートが存在していたことがほぼ確実となった。1 つは北部北上～渡島帯のジュラ紀付加体を形成した、三畳紀かそれよりも古い年齢の海洋プレートである。このプレートは、少なくとも前期白亜紀中葉まで存在した。もう一つは、ボニナイト質オフィオライトや空知層群が構成していたと考えられる、海洋性島弧-背弧系からなるプレートである。この 2 つ目のプレートは、少なくともジュラ紀中期末から存在し、白亜紀中期まで順次オフィオライトを付加させたと推定される。ボニナイトや安山岩の存在、および空知層群の下位に形成された付加体の層序から、このジュラ紀のプレートは、三畳紀より古い海洋プレートに沈み込まれる配置であったと推定される。すなわち、海溝-海溝-海溝型の三重会合点が後期ジュラ紀から前期白亜紀のユーラシア東縁に存在したと考えられる。

研究期間内にジュネーブ大およびユートレヒト大と共同研究を開始した。前者とは海洋性石灰岩の形成場・環境について、後者は海洋性堆積物やオフィオライト、島弧などが形成された古緯度についての古地磁気学的研究である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

1. Ueda, H., Kimura, S., Saito, T., Takano, Y.,

- Iizuka, N., and Orihashi, Y., Material recycling in a sediment-starved trench recorded in the Early Cretaceous Shiriya accretionary complex, northeast Japan. *Island Arc* (in press). (査読有)
2. Ueda, U., Takazawa, E., and Adachi, Y., 2018, Evaluation of time-resolved mean-of-ratios reduction for laser ablation zircon U-Pb dating using quadrupole ICPMS. *Geochemical Journal*, 51, 241-254. (査読有)
 3. Hara, H., Hirano, M., Kurihara, T., Takahashi, T. and Ueda, H. (2018) Permian arc evolution associated with Panthalassa subduction along the eastern margin of the South China block, based on sandstone provenance and U-Pb detrital zircon ages of the Kurosegawa belt, Southwest Japan. *Journal of Asian Earth Sciences* 151, 112-130. (査読有)
 4. Hara, H., Kunii, M., Miyake, Y., Hisada, K., Kamata, Y., Ueno, K., Kon, Y., Kurihara, T., Ueda, H., Assavapatchara, S., Treerotchanaanon, A., Charoentitirat, T. and Charusiri, P. (2017) Sandstone provenance and U-Pb ages of detrital zircons from Permian-Triassic forearc sediments within the Sukhothai Arc, northern Thailand: Record of volcanic-arc evolution in response to Paleo-Tethys subduction. *Journal of Asian Earth Sciences* 146, 30-55. (査読有)
- [学会発表](計 17 件)
1. 前崎 楓・植田勇人・小岩直人・葛西未央 (2017), 青森県下北半島の仏ヶ浦の特異な風化侵食地形. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, MIS14-P16.
 2. 植田勇人・吉村 靖・鹿野ゆう (2017), 蛇紋岩メランジの作り方--北海道三石蓬萊山の例-- . 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SMP42-15.
 3. 原 英俊・平野美帆・栗原敏之・植田勇人 (2016), 高知県伊野地域における黒瀬川帯ペルム系の碎屑性ジルコン U-Pb 年代. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SGL37-03.
 4. 伊藤祐輝・原 康祐・栗原敏之・植田勇人 (2016), 北海道新冠地域に分布する蝦夷層群の岩相層序と産出したセノマニアン~コニアシアン of 放散虫化石群集 (R5-P-2), 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨, 209.
 5. 加藤倫平・植田勇人・吉田孝紀 (2016), 北海道, 白亜系蝦夷層群中部から下部の凝灰岩の U-Pb 年代による層序対比. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SGL37-P02.
 6. 植田勇人・阿久津優太 (2016), 北海道常呂帯の碎屑性単斜輝石およびジルコンとオホーツク海域の白亜紀火成弧. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, MIS13-P04.
 7. 植田勇人・小澤愛美 (2016), 空知層群堆積層基底部の岩相と空知-エゾ海盆の起源 (R14-P-9), 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨, 265.
 8. 吉田拓海・サティッシュ・クマール・植田勇人 (2016), 新潟県糸魚川市に分布する蓮華変成岩類の変成作用と年代学的検討 (R4-O-15). 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨, 75.
 9. 吉田拓海・サティッシュ・クマール・植田勇人 (2016), 糸魚川市青海地域に分布する蓮華変成岩の源岩年代について. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SMP43-P15.
 10. 吉田有希・高澤栄一・植田勇人・田村芳彦 (2016), オマーンオフィオライト Fizeh 岩体北部における蛇紋岩化プロセスの推定. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SIT09-P06.
 11. 植田勇人 (2015), 日本近海に存在したジュラ紀海洋性島弧. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, MIS30-09.
 12. 植田勇人・折橋裕二 (2015), 日本近海における中生代海洋性島弧-背弧系復元の試み (R13-P-11). 日本地質学会第 122 年学術大会講演要旨, 280.
 13. 新谷智文・宮下順一郎・植田勇人・伊藤道郎・光野義厚 (2014), 下北半島ジオパーク構想「4 つの海がもたらす恵みと島弧の 4 要素が集積する大地」. 日本地球惑星科学連合大会予稿集, 006-10.
 14. 葛西竹恒・植田勇人 (2014), 沈み込み帯深部におけるマントルの加水様式--北海道幌加内地域での検討--, 日本地質学会第 121 年学術大会講演要旨, 74.
 15. 木村 翔・植田勇人・折橋裕二 (2014), 充填堆積物に乏しい海溝における、陸側斜面崩壊物によるリサイクル型付加ウェッジ--下北半島尻屋崎地域での検討-- . 日本地質学会第 121 年学術大会講演要旨, 195.
 16. 谷 健一郎・平原由香・植田勇人・葛西竹恒・齊藤麻美・飯塚夏美・大手貴士・金丸龍夫・奥津なつみ・和田絵里香・神谷奈々・西村公宏 (2014), 大東海嶺中軸部における超苦鉄質岩の発見と大東海嶺群の構造発達史に関する新知見, ブルーアース 2014 要旨集, 155-155, 海洋研究開発機構
 17. 植田勇人・木村 翔・折橋裕二 (2014), 北西太平洋の中生代海洋プレート古地理の復元に向けて--古東北日本弧の付加体からみた問題点-- . 日本地球惑星科学連合大会予稿集, MIS25-04.
- [図書](計 4 件)

1. Ueda, H., 2016, Chapter 2g Hokkaido. *In* Moreno, T., Wallis, S., Kojima, T. & Gibbons, W. (eds), *The Geology of Japan*. Geological Society, London, 201–221.
2. Ueda, H., 2016, High-pressure / low-temperature metamorphism. *In* Harff, J., Meschede, M., Petersen, S., and Thiede, J. (eds.), *Encyclopedia of Marine Geosciences*, Springer, 311-315.
3. Ueda, H., 2016, Intraoceanic subduction zone. *In* Harff, J., Meschede, M., Petersen, S., and Thiede, J. (eds.), *Encyclopedia of Marine Geosciences*, Springer, 367-371.
4. 植田勇人, 2016, 7.6海洋性島弧の变成岩 . 日本地質学会「海洋底科学の基礎」編集委員会編 海洋底科学の基礎 , 共立出版, 149-159 .

6 . 研究組織

(1)研究代表者

植田勇人 (UEDA Hayato)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号 : 70374197