

活動の成果概要

年度 土佐清水ジオパーク構想活動支援事業

【事業対象者】 山本 由弦

【所属】法人海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究開発センター
(2020年1月1日より、神戸大学理学研究科に転職)

活動の名称 土佐清水ジオパーク地質のきほん

【活動の成果概要】図表(カラー)使用可

地質概説

土佐清水ジオパーク構想エリア南部の地質は、上部始新統～下部中新統の清水層とそれを不整合で覆う三崎層群によって構成される。エリア内の清水層は、泥岩優勢の砂泥互層が支配的で、オリストストロームと報告されている混在岩を挟むが、いわゆる異地性岩体に相当するオリストリスは含まれず、砂岩クラストのみから構成される。それらは **Broken Formation (Raymond, 1984)** に相当する。泥質基質は著しい非対称の剪断組織を示し、砂岩クラストの定向配列を伴うことから、多くがテクトニックメランジュに相当する。

三崎層群は、下位から泥岩優勢砂泥互層の養老層、砂岩優勢砂泥互層の浜益野層、そして砂岩が著しく卓越する竜串層に区分され、その総層厚は3,000 mに達する(甲藤・平、1978; 木村、1985; 奈良ほか、2017)。養老層と浜益野層は、硬質砂岩で構成される一方、竜串層の砂岩は軟質で、波浪や人間活動による地形改編を受けている。年代学的検討はほとんど行われていないが、唯一、内陸の上野地域において最下部の養老層から前期中新世後期に相当する浮遊性有孔虫が報告されている(木村、1985)。

さらに足摺岬においては花崗岩体が貫入しており、その年代は 12.95 ± 0.06 - 13.12 ± 0.09 Ma と報告されている(Shinjoe et al., 2010)。

土佐清水ジオパーク構想エリアの地質は、「海山の衝突」と「激動の日本列島」が記録されていると考えられている。しかしながら、特に三崎層群の堆積年代（いつ堆積したのか？）の直接的検討や被熱温度解析（どのくらいの温度を経験したのか？）はなされていない。そのため、これらのイベントはいつ起こったのか？、㊸両者の時間的、地史的關係はどうか？は、はっきりわかっていない。同じ「激動の日本列島」を記録しているエリア内でも、養老層の地層が黒色で固く続成が進んでいるにも関わらず、竜串層は白色で柔らかい。この違いがなぜ生じたかも不明である。

本研究では、同エリア内の地史を明らかにするために。ナンノ化石生層序とビトリナイト（地層に含まれる炭質物）の反射率から堆積年代と被熱構造を検討した。

研究方法

エリア内の清水層および三崎層群において現地調査を行い、炭質物を含む砂岩を合計 14 箇所（海岸 11、内陸 3 個）採取した。また、その近傍で石灰質ナンノ化石抽出用の泥岩試料（計 20 個）を採取した。なお、試料採取には、環境省環境省土佐清水自然保護官事務所および高知県幡多土木事務所に申請を行った。

石灰質ナンノ化石の検討・観察には、対物レンズ 100 倍、接眼レンズ 15 倍の偏光顕微鏡を用いた。検鏡用のスライドは高山（1978）が紹介したスミアスライド法に作成すると共に、新藤・亀尾（2005）により紹介された遠心分離器および分散剤を用いた濃集法も合わせて実施した。

炭質物の抽出・研磨・反射率の測定方法については、Yamamoto et al. (2017) に従った。

結果

石灰質ナンノ化石

全 20 試料のうち、1 試料から石灰質ナンノ化石が産出した。竜串港東の海岸に露出する竜串層の砂岩・泥岩互層露頭で採取された泥岩（19081904）から、*Reticulofenestra* 属の化石が産出した。この種は新生代を通じて産出し、時代決定に有効な種ではない。そのため、本化石の産出をもって本層準の地質時代を決定することはできない。

ビトリナイト反射率

採取した試料のうち、海岸の 1 箇所（爪白）と内陸の 2 箇所（上野）においては、反射率計測に至らなかった。爪白試料は、炭質物のほとんどがビトリナイトではなくヒュージナイトであった。また内陸の 2 試料は、炭質物がほとんど含まれておらず、分離できなかった。

ビトリナイト計測ができた 11 試料のヒストグラムを図 1 に、その結果を表 1 に示す。また、各採取地点と平均反射率を図 2 に示す。

清水層と三崎層群下部から得られた反射率は、2.38-4.49 と高いのに対し、竜串走破 0.71-1.54 と低い値が得られた。これらは、Sweeny and Bernam (1990) による計算式において被熱時間が 100 万年であったとすると、それぞれ最高被熱温度が 253-314°C、142-214 °C に相当する。特に千尋岬西方の竜串層は、0.71-0.9 (142-164 °C) と低い結果となった。さらに、調査地域の東部である落窪（浜益野層）から海中展望塔西部（竜串層）にかけて、温度が徐々に低くなっている傾向が認められる。また、三崎断層を挟んだ西部の清水層では温度が高い。

ビトリナイト反射率の意義と今後の課題

落窪（浜益野層）から海中展望塔西部（竜串層）にかけて、徐々に低くなっている最高被熱温度は、約 13Ma に貫入した花崗岩体の影響である見込みが極めて高い。標準偏差が高く、低品質のデータを除いても、浜益野（浜益野層）から三崎甫（浜益野/竜串層）、竜串港東方（竜串層）にかけて約 50°C ずつ最高被熱温度が高くなり、約

1.5 km の間に最高被熱温度が約 100°C 上昇している。一方千尋岬西方の竜串層では、約 1 km の間に上昇している最高被熱温度は約 20°C である。この差は、浜益野層にくらべ竜串層の熱伝導度が著しく小さく、効率的に花崗岩体の熱を伝えられなかったからと考えられる。

今後の課題の 1 つとして、清水層および三崎層群の各地質体試料の熱伝導度測定を行い、上記仮説を実証することが挙げられる。さらに、その熱伝導度と足摺花崗岩体の規模および地理から、今回得られた最高被熱温度分布を再現する被熱シミュレーションを実施すれば、花崗岩体の貫入温度および冷却史を詳細に検討できると期待される。

引用文献

- 木村公志, 1985. 四国南西部の第三系清水層および三崎層の層序および堆積相. *地質学雑誌*, **91**, 815-831.
- 甲藤次郎・平朝彦, 1979. 四国西南部の三崎層群. 高知大学学術研究報告 自然科学編, **27**, 165-180.
- 奈良正和・楠橋直・岡本隆・今井悟, 2017. 久万層群と三崎層群: 日本海拡大期の西南日本弧前弧中新統が記録するもの. *地質学雑誌*, **123**, 471-489.
- Raymond, L.A., 1984. Classification of mélanges. In: Raymond, L.A. (Ed.), *Mélanges: their nature, origin and significance*. Boulder, Colorado: Geological Society of America Special Paper, vol. 198, pp. 7-20.
- 新藤亮太・亀尾浩司, 2005. 石灰質ナンノ化石を効率よく濃集するための偏光顕微鏡観察用スライド作成法. *地質学雑誌*, 第 111 巻, 792-796.
- Shinjoe, H., Orihashi, Y., Sumii, T., 2010. U-Pb zircon ages of syenitic and granitic rocks in the Ashizuri igneous complex, southwestern Shikoku: Constraint for the origin of forearc alkaline magmatism. *Geochem. Jour.*, **44**, 275-283.
- Sweeney, J. J., Burnham, A. K., 1990. Evaluation of a Simple Model of Vitrinite Re-reflectance Based on Chemical Kinetics. *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin* **74**, 10, 1559-1570.

高山俊昭, 1978, 石灰質ナノプランクトン. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 朝倉書店 (東京), 51-59.

Yamamoto, Y., Hamada, Y., Chiyonobu, S., Kamiya, N., Ojima, T., Saito, S., 2017. Geothermal structure of the Miura-Boso Plate subduction margin, central Japan. *Tectonophysics*, **710-711**, 81-87, 10.1016/j.tecto.2016.11.004.

表 1 石灰質ナノ化石結果

NN Zone (Martini 1971)	Sample	Locality	Preservation	<i>Reticulofenestra</i> sp.
-	19081904	竜串港東	VP	+

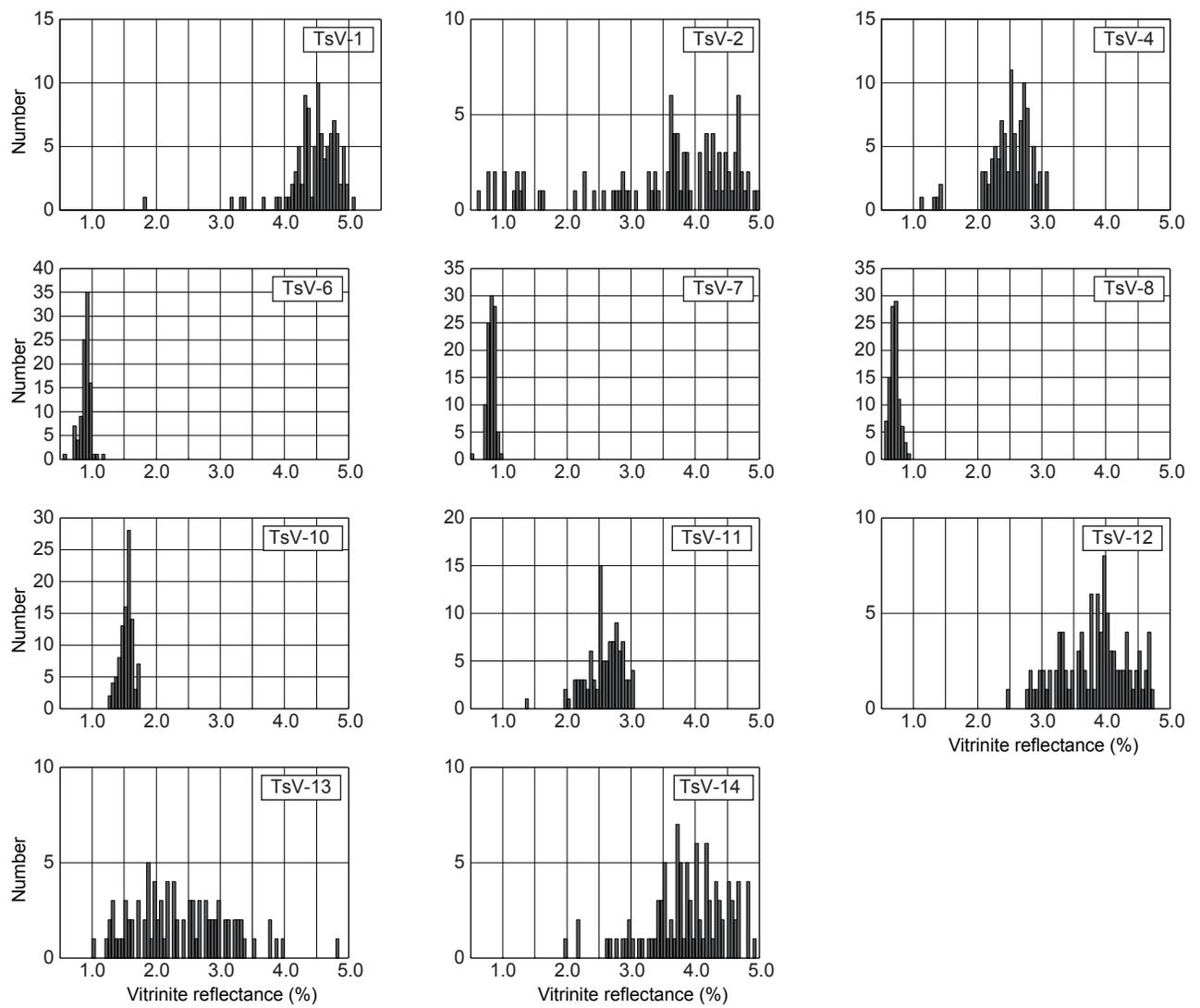


図 1 : 土佐清水ジオパーク構想エリア内から得られたビトリナイ反射率のヒストグラム。

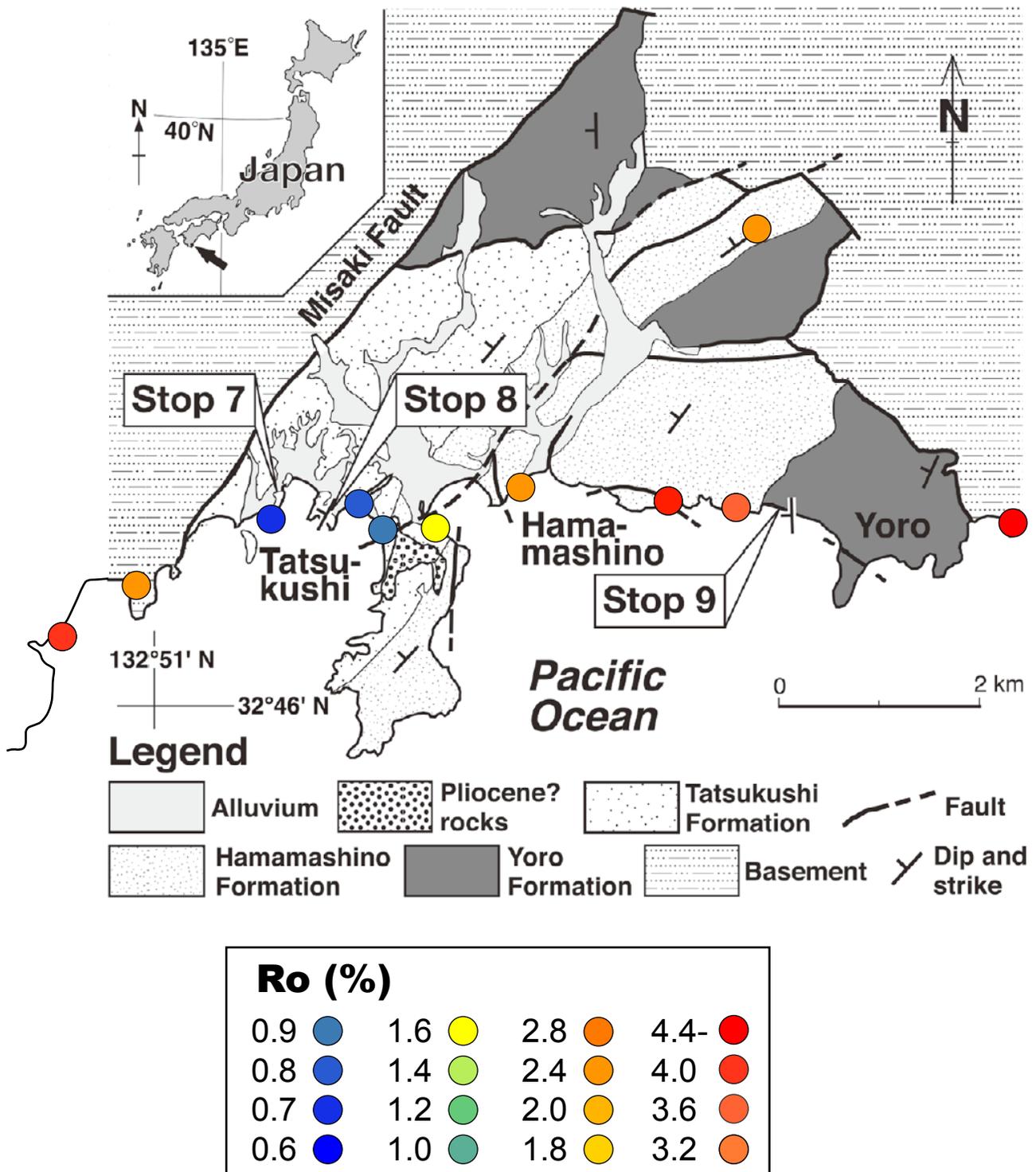


図2：土佐清水ジオパーク構想エリア内のビトリナイト試料採取地点と平均反射率。