

陸から海への堆積物運搬を解く：Source-to-Sinkシステムに対する近年の理解

Linking Onshore-to-Offshore Sediment Dispersal: Recent Understanding of Source-to-Sink System

*江川 浩輔¹

*Kosuke Egawa¹

1. 国際石油開発帝石株式会社

1. INPEX Corporation

I briefly review a recent understanding of source-to-sink system and introduce some applications of its analysis. The source-to-sink system covers a suite of erosion, transportation, and deposition of sediments from catchment to deep-marine basin floor, and its analysis adopts both the sedimentological and morphological knowledge of any erosional-depositional system. Such a concept and approach have attracted increasing attention, especially from industries, to predict semi-quantitative characteristics in relationship between offshore sandstone distribution and onshore catchment evolution through geologic time.

キーワード：Source-to-sink system、Sediment dispersal、Linkage of offshore stratigraphy to onshore (paleo-)topography

Keywords: Source-to-sink system, Sediment dispersal, Linkage of offshore stratigraphy to onshore (paleo-)topography

海底谷と海底チャネルがもつ混濁流の流量調整機能

The regulating function of discharge of turbidity currents by submarine canyons and channels

*成瀬 元¹

*Hajime Naruse¹

1.京都大学大学院理学研究科

1.Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

深海底には、しばしば長大な自然堤防付き海底チャネルが形成される。海底チャネルは長期間に渡って蛇行を繰り返しつつも数万年以上にわたって安定に存在し、巨大な海底扇状地を形成する。しかし、なぜこれほど海底チャネル地形は安定しているのだろうか。もし、発生する混濁流の流量が毎回一定せず、しばしば流量が極端に増大するとしたら、海底チャネルの自然堤防は頻繁に決壊して流路の付け替えが起こってしまうだろう。一方、混濁流の流量が小さすぎると、海底チャネル内部ばかりで堆積が進み、自然堤防は成長できない。すなわち、長大な海底チャネルが安定的に存在しているということは、逆に混濁流の流量の定常性を物語っているともいえる。しかしながら、その流量の定常性の原因についてはこれまで明らかになっていなかった。

本研究では、数値実験によって、海底谷内での自己加速作用と海底チャネルからの溢れ出し作用が混濁流の流量を安定化させていることを示す。混濁流は海底チャネルの上流部に位置する海底谷で発生し、成長する。混濁流が底面を侵食し、成長していくプロセスは混濁流の自己加速化作用と呼ばれている。この自己加速化作用についてモデル計算を実施したところ、混濁流に含まれる浮流砂が増大するにつれて流れの乱流運動エネルギーが消費され、混濁流の成長に限界が生じることが明らかになった。この混濁流の成長限界は発生時の堆積物輸送量にはあまり関わらず、海底谷の勾配と長さに応じて決まる。結果として、海底谷の末端での混濁流の流量は、発生時の流量の分布と比較して狭い範囲に収まるようになることがわかった。さらに、海底チャネルからの溢れ出し作用は自然堤防の成長に対してネガティブ・フィードバックの関係があり、流量が大きいほど自然堤防を速く成長させるため、海底チャネルの形状を安定化させる方向に働くことも分かった。これら海底チャネルおよび自然堤防の流量調整機能が混濁流の流量を安定化させ、海底扇状地の成長を促進させているものと考えられる。

キーワード：混濁流、海底チャネル、海底扇状地

Keywords: turbidity current, submarine channel, submarine fan

Submarine landslides and the trigger on the Kumano Basin

Submarine landslides and the trigger on the Kumano Basin

*川村 喜一郎¹、グレゴリー ムーア²、浅田 美穂³*Kiichiro Kawamura¹, Gregory F. Moore², Miho Asada³

1.山口大学・JAMSTEC、2.University of Hawaii、3.JAMSTEC

1.Yamaguchi University/JAMSTEC, 2.University of Hawaii, 3.JAMSTEC

Submarine landslides are indirectly visible, but they directly affect our society. Tsunamis might be excited mostly by an active fault movement on a seafloor, but some of the tsunamis could be excited by large submarine landslides in coastal areas in the 1952 Alaska Earthquake¹⁾ and the 2010 Haiti Earthquake²⁾. Some of the large tsunamis at convergent margins have been suspected as a result of submarine sliding³⁾.

Underwater cables are cut suddenly by submarine landslides and related bottom currents. Such a cable cut accident damages economics⁴⁾. We have various observation data in the events, but we can not critically understand its trigger mechanism yet.

The trigger mechanism of submarine landsliding is thought to be earthquake shaking, pore pressure increment, slope steepening and so on⁵⁾. It is possible that uplift due to mud diapir could be responsible for slope steepening. The gas-related high-pressure could induce fluid escaping from deeper sub-seafloor toward seafloor and causes mud volcanism. We observed a gas-related submarine landslide example at off-Hachinohe⁶⁾. Some of the researchers challenged to understand the formation mechanisms using various soil mechanics experiments⁷⁾. However, we need more descriptive and also experimental studies to understand the formation mechanism. These attempts are the first step for a prediction of the submarine landslides.

In this June, Dr. Asada (chief scientist for the cruise), Prof. Moore and others challenged to survey what at the outer ridge of the Kumano Basin using *AUV Urashima* during the cruise YK15-10. This challenge was a series of difficulty caused by the Kuroshio Current, but finally the *Urashima* recovered dataset of topographic textures, sub-bottom profiling images, side scan sonar images, and bathymetric images in a submarine landslide area, as shown by Moore and Strasser⁸⁾. Based on these survey results, we conclude that

- 1) The submarine landslide might be critical state by a slope gradient of several degrees.
 - 2) This slide was formed by one big slide (~1.0 x 1.0 x 0.03 km) and many small slope failures resulting turbidite layers covering on the wasted-mass.
 - 3) This might not need any triggers for sliding (e.g. large earthquake).
 - 4) In the wasted mass, we observed transparent dome-shaped bodies of ~several tens meters in the subbottom profiling images. These might result from fluid escaping and/or small mud volcanoes.
- We further analyze in detail the *Urashima's* data to decipher the trigger mechanism and also formation process of the submarine landslides on the Kumano Basin.

References

1) Plafker and Mayo, 1964, USGS OF-Rep., 2) Hornbach et al., 2010, Nat. Geosci., 3) Kawamura et al., 2014, Mar. Geol., 4) Hsu et al., 2008, TAO, 5) Locat and Lee, 2002, Can. Geotech. J., 6) Morita et al., 2012, Springer, 7) Sultan et al., 2004, Mar. Geol.), 8) Moore and Strasser, 2016, Springer

キーワード：海底地すべり、南海トラフ、泥火山

Keywords: Submarine slide, Nankai trough, Mud volcano

八重山前弧～琉球海溝域におけるイベント層の堆積過程

Sedimentary process of event deposits along the southern Ryukyu forearc and the southern Ryukyu Trench

*宇佐見 和子¹、池原 研¹、金松 敏也²、宮崎 征行²、Hsiung KanHsi²、味岡 拓¹

*Kazuko Usami¹, Ken Ikehara¹, Toshiya Kanamatsu², Masayuki Miyazaki², KanHsi Hsiung², Taku Ajioka¹

1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.海洋研究開発機構

1.Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2.JAMSTEC

琉球海溝域南部では、1771年明和津波により石垣島を中心とした地域で大きな津波被害があったことが知られている。しかし、それ以前の地震・津波に関する情報が少なく、再来周期や津波波源域に関して不明な点が多い。Ujiie et al. (1997)は、八重山諸島前弧域の海底扇状地上から採取された海底堆積物コアの1本から地震性と考えられるタービダイト10層準を認定し、その堆積間隔が約1000年であることを明らかにした。一方でAraoka et al. (2013)は、宮古島から石垣島にかけての沿岸に分布する津波石の放射性炭素年代測定から、琉球列島南部における津波の再来間隔を150～400年と推定しており、両者の間には大きな相違がある。タービダイトの堆積頻度は、海底地形等の堆積場の設定により異なってくるので、タービダイトからの地震発生履歴復元の精度を高めるためには、ある程度広範囲から採取した複数のコアをもとにその周辺海域の堆積過程を理解しておく必要がある。このため、「よこすか」のYK15-01航海と「かいいい」のKR15-18航海で八重山諸島前弧域とその南方の琉球海溝底において、海底地形調査・表層地層探査および海底堆積物の概要、特にイベント層の挟在状況について調査を行った。そのうち2本のピストンコア試料については、放射性炭素年代測定にもとづいてタービダイト堆積間隔の見積もりを行った。

石垣島～西表島南方で、浅海からの海底谷が前弧海盆に達した付近には、石灰質の生物源を主とする砂質堆積物が分布し、これらの海底谷が主に生物源石灰質からなる粗粒物質の供給ルートであることを示唆する。前弧海盆に形成された海底扇状地上で採取されたピストンコア試料には、貝殻片やサンゴ片などの石灰質生物遺骸の破片を多く含む極細粒砂～中粒砂のタービダイトが挟在し、扇状地上では北側（扇頂部）に向かってタービダイトの粗粒化及び厚層化が確認された。しかし扇状地北東側（扇央部）と南西側（扇端部寄り）からの2本のコアについての年代測定結果から推定されるタービダイトの堆積間隔は、共にUjiie et al. (1997)で示されたものと大きな相違はなかった。

石垣島側南方に位置する前弧海盆上凹地の最深部近傍では、上方細粒化する生物源石灰質の細粒砂～粗粒シルトとそれを覆う灰色の塊状粘土からなるタービダイトが採取された。一方、最深部から得られたコアの下部では、灰色の厚い塊状粘土層より下位に級化構造が不明瞭な生物源石灰質の極細粒～極粗粒砂が確認され、水中土石流のような形態による浅海域からの多量の粗粒物質供給イベントがあったことを示す。この凹地と南北性の高まりをもって西方に接する、台湾側から続く前弧海盆の最深部は、上方細粒化する粗粒シルトとそれを覆う塊状粘土に薄い生物擾乱を伴ったシルトが挟在する層相からなる。コアの中部以下は、3m以上の層厚をもつ灰色の厚い塊状粘土からなり、細粒タービダイトの上部を構成するものと考えられる。碎屑性粒子に富むことから、その給源は台湾である可能性が高い。

八重山諸島南方の琉球海溝底には、西から続く明瞭な海底チャンネルが確認できる。自然堤防外側から得られたコアは、シルト質粘土中に薄層（数mm厚）の粗粒シルト～極細粒砂を非常に多数挟在する。これら粗粒層の粒子起源は、碎屑性粒子に富むことから台湾である可能性が高い。

Araoka, D., Y. Yokoyama, A. Suzuki, K. Goto, K. Miyagi, K. Miyazawa, H. Matsuzaki and H. Kawahata, 2013. Tsunami recurrence revealed by *Porites* coral boulders in the southern Ryukyu Islands, Japan. *Geology* 41, 919-922.

Ujiie, H., T. Nakamura, Y. Miyamoto, J.-O. Park, S. Hyun and T. Oyakawa, 1997. Holocene turbidite cores from the southern Ryukyu Trench slope: suggestions of periodic earthquakes. *Jour. Geol. Soc. Japan* 103, 590-603.

キーワード：地震、八重山前弧域、琉球海溝、タービダイト、水中土石流

Keywords: earthquake, Ryukyu forearc, Ryukyu Trench , turbidite, subaqueous debris-flow

地中レーダ (Ground Penetrating Radar : GPR) 探査から推定する愛知県矢作川砂州の形成過程
Formation of a gravelly sand bar in the Yahagi River, central Japan, inferred from a
Ground Penetrating Radar (GPR) survey

*岡崎 浩子¹、田村 亨²、郭 榮珠³

*Hiroko Okazaki¹, Toru Tamura², Youngjoo Kwak³

1.千葉県立中央博物館地学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門、3.国立研究開発法人 土木研究所

1.Division of Earth Science, Natural History and Institute, Chiba, 2.Institute of Geology and Geoinformation Geological Survey of Japan, AIST, 3.National Research and Development Agency, Public Works Research Institute

GPRは、河川の砂州（砂礫州）の形成過程を知る上で有効な手法である。砂州の主要な反射面として、傾斜反射面、トラフ状反射面、平行反射面、大型チャンネル状基底をもつ反射面セットなどがあり、これらはそれぞれ、砂州の下流方向や側方方向の付加、砂州上のデューンの移動、平滑床やベッドロード・シートの形成、シュートチャンネルやクロスチャンネルなどの埋積を示す。本報告では、愛知県岡崎平野を流れる矢作川下流域の彎曲する河道の凸側にみられる比較的固定した砂州の形成過程をGPR探査から推定した。探査した砂州の長さは約725 m、幅は約160 mで中礫まじりの極粗粒～粗粒砂からなる。GPR探査は2015年1月に250MHzのアンテナを用いておこない、砂州縦断方向の3側線、横断方向の6側線で、3次元的な検討を試みた。GPR断面からは上記の主要な反射面が認められ、これらの3次元結果からは、砂州の堤防側部での継続する上方付加の堆積が、中央部での砂州を縦断するシュートチャンネルの浸食と埋積が、流路側でのサイドバーの新たな付加が復元された。これらの形成は、この流域のダム建設や河床砂礫採取などによる土砂供給量変化を反映している可能性が考えられる。

キーワード：矢作川、砂州、地中レーダ探査

Keywords: the Yahagi River, gravelly sand bar, ground-penetrating radar (GPR) survey

瀬戸内区における中期中新世と鮮新世の古風化条件：陸成泥質堆積物の地化学組成

Paleoweathering condition in the Middle Miocene and the Pliocene in Setouchi Province:
Geochemical composition of fluvial muddy sediments

*葉田野 希¹、吉田 孝紀²、足立 佳子³

*Nozomi Hatano¹, Kohki Yoshida², Yoshiko Adachi³

1.信州大学大学院総合工学系研究科、2.信州大学理学部地質科学科、3.新潟大学理学部

1.Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2.Faculty of Science, Shinshu University, 3.Faculty of Science, Niigata University

The Middle Miocene to Pliocene fluvial sediments, which are distributed in Setouchi Province, are characterized by the finer sediments had been used as a high quality resource of ceramics. In general, finer sediments are suitable for examination of the paleoweathering condition, because their chemical compositions show representative value of paleoweathering degree reflecting their wide catchment area at that time. The geochemical composition is a result of the complicated influence of paleoweathering condition and fluvial processes involved in hydrodynamic sorting. This study examine geochemical variations within the fluvial muddy sediments of the Middle Miocene Tokiguchi Porcelain Clay Formation and the Pliocene Iga Clay Formation in order to assess the paleoweathering condition considering hydrodynamic sorting.

The sedimentary environments of the each formation are considered to be deposition in lake-pond and floodplain environments with partly channel and natural levee. The muddy sediments in the Middle Miocene were collected from three mines in the Gifu Prefecture and those in the Pliocene were taken from two mines in the Mie Prefecture. Then the geochemical analysis were made using XRF and ICP-MS.

The Middle Miocene sediments display clear negative linear trends between SiO₂ and other major elements, which is result of quartz dilution by effective hydrodynamic sorting. On the other hands, the Pliocene sediments have relatively high concentrations of Na₂O and CaO. Almost samples, furthermore, have positive correlation between SiO₂ and Na₂O, CaO and K₂O. Those results are caused by its sandy nature with richness of feldspar grains led by less hydrodynamic sorting and relatively felsic source rock in the Pliocene sediments.

On the A-CN-K diagram, the Middle Miocene sediments show high weathering ratio (CIA value: 79-93). The Pliocene sediments, meanwhile, can be divided into highly CIA value (80-94) and low CIA value group (70-75). The grain size effect (Al₂O₃/SiO₂) to the chemical weathering index is unclear in the Middle Miocene sediments and obvious in the Pliocene sediments. Moreover, ΣREE, which is generally higher in clay sized sediments than the parent rocks, in the Middle Miocene sediments are higher than those in the Pliocene sediments.

Also, the Middle Miocene sediments are characterized by the clear hydrodynamic sorting effect and high chemical weathering ratio. The Pliocene sediments, whereas, show bimodal chemical weathering ratio and the less hydrodynamic sorting. These results indicate that the variety of weathering degree in provenance and/or source rock composition. Additionally, typical geography probably affected the formation of facies variation in finer and coarser sediments, which made weathering variation along the basin.

キーワード：風化、地化学組成、中新世、鮮新世、瀬戸内区、河川成堆積物

Keywords: weathering, geochemical composition, Miocene, Pliocene, Setouchi Province, fluvial sediments

