

堆積物組成への化学風化の影響を粒度および原岩組成の影響から分離する：揚子江堆積物を例として
Separating silicate weathering effect from grain size and source rock effects on sediment composition of Yangtze River

多田 隆治^{1*}; 久保木 結¹; Zheng Hongbo³; 入野 智久²; 齋藤 京太¹; Luo Chao⁴; He Mengying³; 王 可²; 綱澤 有哉¹; 高橋 嘉夫¹

TADA, Ryuji^{1*}; KUBOKI, Yui¹; ZHENG, Hongbo³; IRINO, Tomohisa²; SAITO, Keita¹; LUO, Chao⁴; HE, Mengying³; WANG, Ke²; TSUNAZAWA, Yuya¹; TAKAHASHI, Yoshio¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科, ² 北海道大学大学院地球環境学研究院, ³ 南京師範大学地理学院, ⁴ 南京大学地球科学与工程学院

¹Graduate School of Science, the University of Tokyo, ²Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ³School of Geographic Science, Nanjing Normal University, ⁴School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University

Silicate chemical weathering plays a critical role on the long-term carbon cycle and stabilizing atmospheric pCO₂ by so-called Walker feedback (a negative feedback) through neutralizing carbonic acid by dissolving Ca and Mg silicate minerals and re-precipitated as carbonates and chert (SiO₂). Consequently, it is important to quantitatively evaluate past intensity of silicate weathering. There are several proxies proposed for silicate weathering intensity based on chemical and/or mineral composition of bulk sediments. However, it becomes increasingly apparent that chemical and mineral composition of bulk sediments is significantly influenced by the difference in grain size as well as the difference in source rocks. However, none of previously proposed proxies takes into account of both the grain size effect and source rock effect simultaneously.

We selected Yangtze River because it is one of the largest river in the world with over 250 gauge stations, the large variation in bed rock geology among branches, and large ranges in topographic relief and climate. Thus we expect large ranges in chemical weathering intensity and source rock types.

In this study, we used 21 river bed sediment samples and 42 suspended particulate matter (SPM) samples collected from major branches and throughout the main stream of the Yangtze River. We conducted grain size separation of bulk river bed sediment samples into 3 fractions (<4μm, 4-16μm, 16-63μm). As to SPM samples, we did not conduct grain size separation because their median diameters range from 3.5 to 10.6 μm and more than 98% of SPM is less than 100μm. We analyzed major element composition and mineral composition of these samples by XRF and/or ICP-AES and XRD, respectively. We compare chemical and mineral compositions of the 3 size fractions of the same samples to evaluate the grain size effect on chemistry and mineralogy. We found sediments and SPM are basically composed of 3 components; one is Si, Na, Ti, Mn (quartz)-rich component representing coarser grains, another is Al, K, and Fe (clay minerals)-rich component representing finer grains, and the other is Ca and Mg (carbonate)-rich component representing dolostone and limestone fragments. Sediments from the uppermost reaches and their branches where chemical weathering is minimal, K/Al and Fe/Al of the 3 different size fractions tend to show similar values suggesting Al, Fe, and K are contained in the same component with the same composition that are diluted by the coarser fraction that are dominantly composed of quartz. However, K/Al of fine fraction relative to K/Al of coarse fraction decreases downstream with the increase in temperature and precipitation, suggesting the ration (K/Al)_f/(K/Al)_c ratio may reflect the intensity of chemical weathering.

We will discuss the possibility of (K/Al)_f/(K/Al)_c ratio as a quantitative indicator of silicate weathering.

キーワード: 化学風化, 堆積物, 化学組成, 粒度効果, 原岩効果, 揚子江

Keywords: chemical weathering, sediments, chemical composition, grain size effect, source rock effect, Yangtze River

黒部川堆積物の ESR 及び TL による解析 ESR and TL signals in quartz in the present river sediments along with the Kurobe river

吉田 真徳¹; 豊田 新^{1*}; 高田 将志²; 島田 愛子³; 蜷川 清隆¹
YOSHIDA, Msanori¹; TOYODA, Shin^{1*}; TAKADA, Masashi²; SHIMADA, Aiko³; NINAGAWA, Kiyotaka¹

¹ 岡山理科大学理学部, ² 奈良女子大学文学部, ³ JEOL RESONANCE

¹ Faculty of Science, Okayama University of Science, ² Nara Women's University, ³ JEOL RESONANCE

The variations in the number of oxygen vacancies, measured as the ESR (electron spin resonance) intensity of the E_1' center in quartz, and in the TL (thermoluminescence) colors in quartz of quartz of the sediments are investigated along with the Kurobe river together with those in the bedrocks in the river reaches. The number of oxygen vacancy in quartz indicates the age of the host rocks from which the sediments have been generated by weathering while the red TL color corresponds to volcanic origin and blue to plutonic origin. The quantitative TL color measurements were made possible with the time-resolved 2 dimensional TL spectroscopy system.

The number of oxygen vacancies, higher in the upper reach, gets lower in the middle, and further higher in the lower reaches due to the inflow of the sediments originated from the younger and from the older bedrocks, respectively. The high temperature red to low temperature blue TL ratios, higher in the upper reach, gets lower in the middle and lower reaches due to the sediments having lower values. The change in the values along with the river flow is found to be explained by the inflow of the sediments originated from the bedrocks around the river.

キーワード: 河川堆積物, 供給源, ESR, TL

Keywords: river sediment, provenance, ESR, TL

東海地域の河川が排出する細粒堆積物の鉛同位体比 Lead isotopic variations of fine particles discharged from rivers of Tokai area, Central Japan

齋藤 有^{1*}; 谷水 雅治²; 石川 剛志²
SAITOH, Yu^{1*}; TANIMIZU, Masaharu²; ISHIKAWA, Tsuyoshi²

¹ 高知大学海洋コア総合研究センター, ² 海洋研究開発機構高知コア研究所

¹Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ²Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC

We report lead isotopic variations of fine fraction of river sediments of the Tonankai area in order to provide the reference data in resolving the provenance of hemipelagic sediment distributed in the Shikoku Basin. We targeted smaller particles than 10 μm . This grain size is important because they constitute the majority of hemipelagic sediments distributed on seafloor of the Shikoku Basin (Saitoh, 2014).

Lead isotope ratios widely differ by rivers. The most prominent contrast is recognized between the rivers draining the Izu-Honshu collision zone and the others. Isotopic ratios of the former, the Sagami, Sakawa, and Kano rivers are low ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 18.15-18.3; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 15.55-15.59; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 38.1-38.4), while those of the latter are higher ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 18.46-18.66; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 15.59-15.63; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$: 38.6-38.9) (Figure). The low ratios of the former are supposed to be the results of the contribution from the mafic rocks distributed around the collision zone. Contribution from the sedimentary rocks of accretionary complexes distributed in the watersheds must increase the isotopic ratios of the other rivers. Minor isotopic differences are supposed to be dependent on the age of accretionary complex and types of other rocks distributed in watershed of each river. Isotopic comparison with these river sediments suggests that the sediments of the Shikoku Basin deposited after 3Ma are mainly contributed from the Fuji, Abe, and Tenryu rivers.

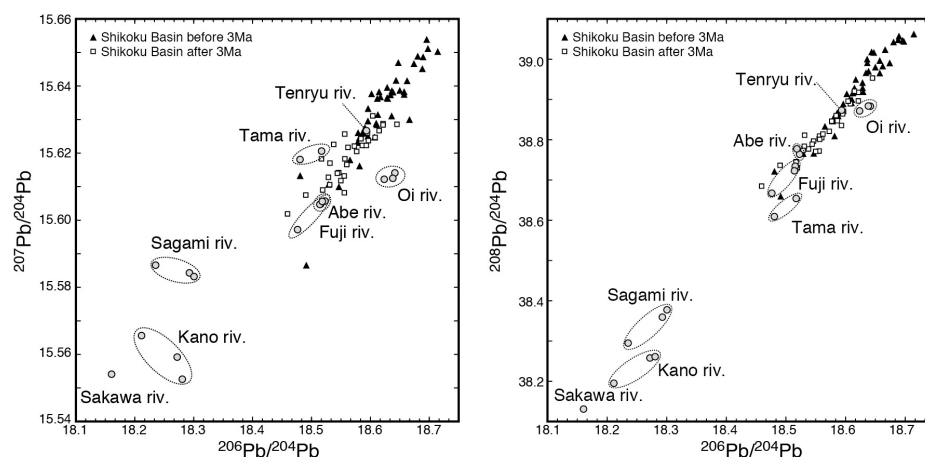
Sr-Nd isotope ratios of river sediments will be also shown and discussed.

Reference

Saitoh, Y., 2014. Data report: grain size distribution of the late Cenozoic hemipelagic mud from Site C0011. In Henry, P., Kanamatsu, T., Moe, K., and the Expedition 333 Scientists, Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program 333: Tokyo (Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc.).

キーワード: 鉛同位体比, Sr-Nd 同位体比, 河川堆積物, 半遠洋性堆積物, 四国海盆

Keywords: Pb isotope ratios, Sr-Nd isotope ratios, river sediments, hemipelagic sediments, Shikoku Basin



関東及び周辺地域の海岸砂の粒子組成及び化学組成 Grain and chemical composition of coastal sand in Kanto and adjacent region

萩谷 宏^{1*}; 石井 敦子²; 関 優之¹; 堀 歩実¹
HAGIYA, Hiroshi^{1*}; ISHII, Atsuko²; SEKI, Masayuki¹; HORI, Ayumi¹

¹ 東京都市大学, ² 凸版印刷

¹Tokyo City University, ²Toppan Printing Co. Ltd.

関東地方の阿武隈南部地域、銚子地域、九十九里浜、湘南海岸と、駿河湾西部地域について、海岸砂の粒子組成及び全岩化学組成を検討した。これらの海岸砂には、粒子組成、化学組成ともにそれぞれ明瞭な特徴の違いが示されるが、それぞれの地域内でも砂を供給する河川あるいは後背地の違いによる変化と、沿岸流などによる移動、選別の効果が認められる。湘南海岸及び九十九里浜、銚子については、すでに石井他(2009,2010)により報告されているが、今回、阿武隈南部地域と駿河湾西部地域のデータを加えて、後背地の地質が大きく異なる海岸砂について、その粒子組成と全岩化学組成を検討する。

現世海岸砂は、主に土木工学・海岸工学の分野で扱われることが多く、近年の海岸浸食の問題に関連して多くの研究がなされているが、これまで粒子組成や全岩化学組成はほとんど検討されていなかった。一方、堆積岩としての砂岩の粒子組成や全岩化学組成は、テクトニックな堆積場の指標として用いられるなど、地質学の立場から多くの研究がなされている。今回、我々は海岸砂の構成粒子を実体顕微鏡観察及び砂薄片の偏光顕微鏡観察、EPMA分析を併用して、正確な同定を行った。またXRFにより主要及び微量19元素の測定を行い、全岩化学組成を検討した。

結果として、阿武隈地域南部では花崗岩と変成岩の分布する阿武隈山地の地質を反映して、無色鉱物である石英・長石類の比率が大きく、一方、湘南地域や駿河湾西部では、岩石片の多い砂が分布し、九十九里浜は中間的な粒子組成を示した。湘南地域と九十九里浜では輝石など、火山灰鉱物由来の鉱物粒子の割合が多く、第四紀火山噴出物の影響が強く出ている。湘南海岸西部と駿河湾西部では、岩石片が多いことが共通ではあるが、湘南海岸が火山岩片が主体であるのに対し、駿河湾西部では堆積岩片がほとんどである。このことは全岩化学組成の違いとしても明瞭に示される。

化学組成は、K₂O/Na₂OやRb、SiO₂、MnO/MgOなどが指標として有効であるが、特にNb、TiO₂の濃度及び比が砂の供給源を非常に良く反映することがわかった。これは、粒子組成だけではわからない砂の供給源の微妙な差異を識別するのに有効である。

結論として、現在の関東地方及び周辺地域の海岸砂が非常にバリエーションに富む組成を持っていることが示されるが、最終的に海岸砂がどのように地層の中に記録されるか、という点で地質学的な意味をよく検討する必要がある。また、後背地推定の指標としてだけでなく、ダイナミックな砂の挙動を読みとる上で、砂の粒子組成、化学組成が有効に利用できる。

キーワード: 海岸砂, 粒子組成, 全岩化学組成, 微量元素, 後背地, 海岸浸食

Keywords: beach sand, grain composition, chemical composition, trace element, tectonic setting, erosion

土岐口陶土層における源岩構成の多様性

Variation of source rock assemblage recorded in the Tokiguchi Porcelain Clay Formation

葉田野 希¹; 吉田 孝紀^{2*}; 笹尾 英嗣³; 足立 佳子⁴; 岩野 英樹⁵; 檀原 徹⁵
HATANO, Nozomi¹; YOSHIDA, Kohki^{2*}; SASAO, Eiji³; ADACHI, Yoshiko⁴; IWANO, Hideki⁵;
DANHARA, Toru⁵

¹ 信州大学大学院理工学系研究科, ² 信州大学理学部地質科学科, ³(独) 日本原子力研究開発機構, ⁴ 新潟大学理学部, ⁵ 京都フッション・トラック

¹Division of Science and Technology, Graduated School of Shinshu University, ²Department of Geology, Shinshu University,

³Japan Atomic Energy Agency, ⁴Faculty of Science, Niigata University, ⁵Kyoto Fission-Track Co.Ltd

高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価では、地下に埋設した放射性廃棄物が地表の人間環境へ及ぼす影響が考慮される。人類が生活する「人間圏」と、地層処分の対象となる「地質環境」との間には風化帯が存在するため、安全評価においては風化帯の理解が必要である。

岐阜県南東部の東濃地方に分布する陶土層は、強風化した花崗岩からの細粒堆積物の供給によって形成された可能性が指摘されている。地層から供給源となった後背地の風化の状態を復元するためには、その地層の堆積環境や堆積機構を復元し、供給源の情報を的確に読み取ることが必要である。そこで、本研究では土岐口陶土層の砂質堆積物を事例に、碎屑性ジルコンの U-Pb 年代と泥岩の微量元素組成を測定し、その起源となる岩石の多様性について検討した。

土岐口陶土層は岐阜県南東部の小盆地に堆積した、主に泥質岩からなる中部中新統である(中山・陶土団研, 1989)。凝灰岩の放射年代などにより 10Ma 前後に形成されたと考えられる(陶土団研, 1999)。近年、土岐口陶土層の堆積環境や堆積盆地の性格が明らかにされるとともに、土岐口陶土層に古土壌層が発達することが明らかにされ、古風化環境の解明がなされている(葉田野・吉田, 2014)。

U-Pb 年代には、菱屋鉱山・中山鉱山で採取した砂質堆積物を用いた。両鉱山は直線距離にして 1km の近接した位置にある。化学分析には新潟大学理学部設置の ICP-MS と信州大学理学部設置の XRF を使用した。

菱屋鉱山で採取した試料では 70-90Ma を示す粒子群が多く、75-80Ma に明瞭なピークを示す。200、1700、1900Ma の年代を示す粒子も認められる。一方、中山鉱山で採取した試料では、12-15Ma を示す粒子群が多く、1700、1800、2900 Ma の年代を示す粒子も含まれる。

泥質堆積物の微量元素組成、特に REE パターンは、Eu 異常が不鮮明な、やや未分化な玄武岩類・安山岩類と類似するパターンや、Eu 異常の鮮明な分化した火成岩類に類似するパターンまで様々なバリエーションが認められる。

東濃地域では、基盤岩類(土岐花崗岩; 68-72Ma, 伊奈川花崗岩; 56-86Ma, 濃飛流紋岩; 58-85Ma, 柴田ほか, 1962; Shibata and Ishihara, 1979; Suzuki and Adachi, 1998; 山田・小井土, 2005) や、瑞浪層群(17-20Ma; 笹尾ほか, 2011) の年代などが報告されている。これらに基づけば、70-90Ma を示す粒子群は基盤岩類に、11-15Ma を示す粒子群は瑞浪層群中の火山碎屑物あるいは土岐口陶土層の堆積以前に堆積した凝灰岩類に由来する可能性がある。原生代や始生代の年代を示す粒子は、美濃帯中生界砂岩からのリサイクルと推定される。

一方、菱屋鉱山と中山鉱山といった近接した地域においても、ジルコンの年代別粒子群の構成は大きく異なり、それぞれの堆積物の源岩構成は明瞭に異なっていたと推定される。REE パターンに見る堆積物の起源も多様であり、源岩構成の差を示唆している。これまで、粘土鉱物の組合せから供給源岩と堆積区の識別がなされていた(例えば Fujii, 1968)。しかし今回の検討結果から、同じ堆積区であっても、供給源岩の組合せは頻繁に変化した可能性が示唆された。例えば、供給水系の集水域が頻繁に変化していた可能性や、多数の河川水系が集合する地理的条件に堆積盆が位置した可能性を考慮すべきといえる。供給源の風化状況を評価するには源岩構成を具体的に見積もる必要があるが、内陸堆積盆地では堆積場の位置や層準によって、堆積物中に記録される後背地の源岩構成が異なるため、綿密な供給源解析が必要といえる。

なお、本研究は、平成 26 年度地層処分技術調査等事業「地質環境長期安定性評価確証技術開発」(経済産業省資源エネルギー庁) で得られた成果の一部を使用した。

文献

藤井, 1967, 地調月報, 18, 1-19.

Fujii, 1968, Rep. Geol. Survey Japan, no.230.

葉田野・吉田, 2014, 地質学会 121 年大会講演要旨, 252.

Miki, 1939, Bot. Mag. Tokyo, 53, 239-246.

中山・陶土団体研究グループ, 1989, 地団研専報, 36, 237-246.

笹尾ほか, 2006, 地質雑, 112, 459-468.

笹尾ほか, 2011, 地質雑, 117, 476-481.

Shibata and Ishihara, 1979, Geochem. Jour., 13, 113-119.

HCG35-05

会場:105

時間:5月27日 10:15-10:30

柴田ほか, 1962, 地調月報, 13, 317-320.
Suzuki and Adachi, 1998, Jour. Metamorphic Geol., 16, 23-37.
種村, 1964, 地調報告, no.203.
山田・小井土, 2005, 地団研専報, 53, 15-28.
吉田ほか, 1997, 地球惑星科学関連学会講演要旨, 584.

Keywords: Miocene, Chemical Weathering

中部中新統土岐口陶土層の古土壌における化学組成と粘土鉱物組成 Geochemistry and Clay mineralogy of Paleosols in the middle Miocene Tokiguchi Porcelain Clay Formation

葉田野 希^{1*}; 吉田 孝紀²; 足立 佳子³
HATANO, Nozomi^{1*}; YOSHIDA, Kohki²; ADACHI, Yoshiko³

¹ 信州大学大学院理工学系研究科, ² 信州大学理学部地質科学科, ³ 新潟大学理学部

¹Division of Science and Technology, Graduated School of Shinshu University, ²Development of Geology, Shinshu University,

³Faculty of Science, Niigata University

愛知県から岐阜県南東部には、中部中新統の陸成層である土岐口陶土層が分布する(赤嶺, 1954; 中山・陶土団体研究グループ, 1989)。本層は主に亜炭層を伴うシルト・粘土層から構成され、世界的にも品位の高いカオリン質粘土資源を産することで知られる(藤井, 1967)。このことから、粘土鉱物組成や母岩構成などに着目して、粘土資源の出現要因や粘土化時期の検討がなされてきた(例えば Fujii, 1968; 種村, 1964 など)。しかし、堆積物中に記録される粘土鉱物組成は、母岩構成の他に浸食・運搬・沈積過程における特定粒子の分別作用や堆積後の化学風化などによる影響を受ける。土岐口陶土層中には、過去の地表面において形成される古土壌が保存されており、古風化の影響の特定に期待ができる。そこで今回、土岐口陶土層の碎屑物において、粘土鉱物組成と化学組成、堆積相、古土壌の発達度との関連性について検討を行った。

調査対象として、岐阜県土岐市と多治見市の陶土採掘地帯において、約5 km 圏内に位置する3つの鉱山に分布する土岐口陶土層を選定し、現地調査において堆積相解析と古土壌記載を行った。検討鉱山では、15~30 m の土岐口陶土層が露出する。粘土鉱物分析は、2 μ m 以下の粒子について、EG 処理、段階加熱処理、HCl 処理、KCl 処理を行い、信州大学理学部設置の XRD を使用して粘土鉱物の同定を行った。化学分析については新潟大学理学部設置の ICPMS と信州大学理学部設置の XRF を使用した。

堆積相解析の結果、3つの鉱山に分布する土岐口陶土層は、泥基質亜炭層や淘汰の良い粘土層に特徴づけられ、沼沢地と湖の卓越した堆積盆地で堆積していたことが想定される。さらに、全鉱山において、それぞれ約20枚の古地表面と古土壌層が認識できる。これら古土壌層は、最大50 cm 程の厚さで発達し、比較的明瞭な古土壌層位(A層, B層, C層)を示し、長さ150 cm 以上の根化石を産する。鏡下では、土壌化による溶脱と集積を示す集積粘土や土壌団粒構造が顕著に発達する。

各鉱山の土岐口陶土層を構成する粘土鉱物組成は、全層準でほとんど一貫しており、カオリナイトが卓越し、続いて膨潤性粘土鉱物、イライト、緑泥石から構成される。これらは、古土壌層位との明瞭な関係性を示さず、粒度との強い相関を示す。

碎屑物の化学組成から母岩を検討すると、層準毎に母岩組成の違いが認められる。多くの層準の碎屑物のコンドライト規格化 REE パターンは、Eu 負異常を示す。これより、これらの層準の碎屑物は、主に珪長質な母岩に由来すると考えられる。一方、一部の層準の碎屑物の REE パターンは、Eu 負異常が不鮮明で、LREE の傾きが小さく \sum REE が高い。この層準では、粘土鉱物組成として、膨潤性粘土鉱物/カオリナイトの比が大きくまた緑泥石を産する。したがって、この層準の碎屑物は、主に安山岩や玄武岩といった苦鉄質な母岩に由来すると考えられる。このような母岩組成の多様性や粒度の違いは、層厚や土層分化の程度などから導きだされる古土壌の発達度との関係性を示さない。また、CIA 値(Nesbitt and Young, 1982, 1984)を用いた後背地における化学風化度の検討からは、土岐口陶土層の碎屑物の CIA 値に多様性があるものの、粘土・シルト試料において88~95と総じて高い値を示すことが判明した。古土壌層位内の化学風化度の比較検討では、多くの古土壌層で、地下土壌層準(B層, C層)よりも表層土壌層準(O層, A層)において高い化学風化度を示す。

以上の検討より、土岐口陶土層の母岩組成は層準によって多様性をもつこと、古土壌層位の発達度はこれら母岩組成との関連性をもたないこと、粘土鉱物組成が組成比において母岩組成の違いを反映しているものの一貫してカオリナイト主体であること、化学風化度が全層準で高いこと、堆積後にも現地性風化が進行していたことが認識できた。このことは、土岐口陶土層において、異なる母岩をもつ堆積物であっても、後背地風化と現地性風化の著しい進行を示すと考えられる。

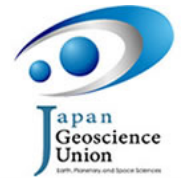
文献

- 赤嶺, 1954, 資源化学研究所彙報, **34**, 25-39.
中山・陶土団体研究グループ, 1989, 地団研専報, **36**, 237-246.
Fujii, 1968, Rep. Geol. Surv. Japan, **230**, 1-15.
藤井, 1967, 地調月報, **18**, 1-19.
Nesbitt and Young, 1982, Nature, **299**, 715-717.

Japan Geoscience Union Meeting 2015

(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HCG35-06

会場:105

時間:5月27日 10:30-10:45

Nesbitt and Young, 1984, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **48**, 1523-1534.

種村, 1964, 地調報告, **203**, 1-40.

キーワード: 古土壌, 化学風化, 中新世, 化学組成, 希土類, 粘土鉱物組成

Keywords: paleosol, chemical weathering, Miocene, chemical composition, rare earth element, clay mineral composition

西南日本に分布する中部三畳系層状チャートのサイクル層序学的解析 Cyclostratigraphic analysis of the Middle Triassic bedded chert sequences in Southwest Japan

曾田 勝仁^{1*}; 尾上 哲治¹; 池田 昌之²
SODA, Katsuhito^{1*}; ONOUE, Tetsuji¹; IKEDA, Masayuki²

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科, ² 静岡大学大学院理学研究科
¹Kumamoto Univ., ²Shizuoka Univ.

Milankovitch cycle recorded in sedimentary rocks provides a high resolution and precision astronomical time scale throughout the Earth history. Bedded chert sequences of the Jurassic accretionary complexes in Southwest Japan have a potential for the template of the early Mesozoic astronomical time scale. Although astronomically paced sedimentary rhythm of the Triassic bedded chert sequence was detected in the Inuyama area of the Mino Belt, central Japan (Ikeda et al., 2010), the validity requires detailed stratigraphic correlations to other Triassic bedded chert sequences in Japan.

In this study, we investigated the sedimentary cycle of the Middle Triassic (Anisian) bedded chert sequence in the Tsukumi area of the Chichibu Belt, Southwest Japan. The study section is located at the Ajiro Island in the Tsukumi area of the Chichibu Belt, Southwest Japan. The depositional age for the bedded chert sequence is Middle Triassic (Anisian) based on radiolarian bio and magnetostratigraphy (Uno et al., 2012).

The average duration of a chert and shale couplet in the Middle Triassic bedded chert of the Tsukumi area is ca. 10 kyr. This duration is inconsistent with the ca. 20 kyr duration of the precession cycle during the Triassic, which was confirmed by estimated average duration of a chert and shale couplet in the Triassic bedded chert of the Inuyama area. The dominant cycles in a bed number series of thickness variations in the Middle Triassic chert beds show approximately 2, 5, 10, 40, 200, 300 and 400 beds cycles. Given that the average duration of one chert and shale couplet is ca. 10 kyr, these cycles correspond to approximately 20, 50, 100, 400, 2000, 3000 and 4000 kyr periodicities. The periodicities of the Tsukumi chert are consistent with those of the Inuyama chert (approximately 40, 60, 100, 140, 240, 400 and 4000 kyr).

Previous palaeomagnetic studies have revealed that the Middle Triassic bedded chert in the Ajiro Island section were deposited in the equatorial region, whereas the deposition of the Inuyama chert occur at relatively higher latitude. If the interpretation that rhythmical alternations of chert and shale beds are paced by precession and eccentricity cycles is valid, the average duration of a chert and shale couplet from the Tsukumi area might reflect the semiprecession cycle (ca. 10 kyr) in the equator area caused by biannual passage of the Sun. However, the phases of the bedded chert thicknesses in a bed number series show no clear relationships between Tsukumi and Inuyama areas despite bio and magnetostratigraphic correlation. Further stratigraphic analyses will be required to estimate the paleolatitudinally dependent patterns in the cyclicities of the Triassic bedded chert sequences in Japan.

対馬堆積盆南東部における中新統陸棚—斜面堆積システムの震探地形学的特徴
Seismic geomorphology of Miocene shelf-to-slope depositional system in the southeastern part of the Tsushima Basin

江川 浩輔^{1*}; 坂田 玄輝¹; 宮本 広樹¹; 阿部 洋祐¹; 松浦 紳二¹; 今村 哲己¹; 原 尊照¹; 阿久津 亨¹
EGAWA, Kosuke^{1*}; SAKATA, Genki¹; MIYAMOTO, Hiroki¹; ABE, Yosuke¹; MATSUURA, Shinji¹;
IMAMURA, Tetsumi¹; HARA, Takateru¹; AKUTSU, Toru¹

¹ 国際石油開発帝石株式会社

¹ INPEX Corporation

We report three-dimensional (3-D) seismic geomorphologic features of a shelf-to-slope depositional system in the southeastern part of the Tsushima Basin, offshore Southwest Japan, by using the 3-D seismic survey dataset of Shimane-Yamaguchi-oki. The studied Miocene succession presents seismic facies characterized by incised valleys/channels and subsequent multiple stacked slope channels from shelf to slope, with well-developed clinoform reflections. Such seismic aspects strongly suggest the development of a prograding delta system during Miocene time similar to offshore South Korea.

キーワード: 震探地形学, 3次元地震探査, 対馬堆積盆, 陸棚—斜面堆積システム, 中新統

Keywords: Seismic geomorphology, 3-D seismic survey, Tsushima Basin, Shelf-to-slope depositional system, Miocene

津波に伴う浸食・堆積・地形変化プロセスの解明：現状と課題 Developing process-oriented studies of tsunami-induced erosion and deposition, and morphological changes: A brief review

菅原 大助^{1*}; 成瀬 元²
SUGAWARA, Daisuke^{1*}; NARUSE, Hajime²

¹ 東北大学, ² 京都大学
¹Tohoku University, ²Kyoto University

巨大津波は海岸域の広範囲に亘る大規模な浸食・堆積作用をもたらす。その地質記録の解読と堆積作用のモデル化は、防災・減災に資する情報を提供する手段であるばかりでなく、陸海の地層形成作用の統合的な理解や (Goto et al., 2014)、低頻度の巨大津波の影響による長期的な地形・海岸環境の変化の解明においても有益である。

堆積物から津波の何を読み取れるかはケースバイケースであると思われる。例えば、2011年の東北沖津波の際、三陸南部の鮫浦湾で大規模な海砂の堆積を生じさせたのは第二波であり、同規模の第一波は堆積物形成に関与していないとみられることが、目撃証言等によって明らかになっている (菅原ら, 2014)。この場合、第一波に関する情報は堆積物からは取得できない。

津波と堆積物の関係に対して一貫性のある解釈や結論を導くためには、波・流れと堆積プロセスに対する理解と洞察が不可欠であろう。地形と堆積環境を俯瞰した数値モデルによるプロセスの解析は、現象のダイナミクスを捉え、津波堆積物や津波改変地形を解釈する際の助けとなる。

津波の堆積学的研究が始まって以来、特にこの10年ほどの間に収集された各種データは、津波堆積物に関する我々の知見を深める基盤となってきたと同時に、数値モデルによる解析に活用され、現象に対する我々の理解を向上させてきた。例えば仙台平野では、海底からの堆積物供給の欠如や、地形に影響された特徴的な堆積物分布形態が、漂砂の数値モデルが提示したプロセスで説明可能であることが示されている (Sugawara et al., 2014)。また、津波堆積物はタービダイトと類似する特徴を有していることは従来指摘されてきたが、最近、地表の津波氾濫と海底の乱泥流には共通の流体力学・水理学的プロセスが働いている可能性が指摘され、数値モデルを用いた研究が進められている (成瀬ら, 2014)。

依然として、観察とモデルを整合させ、現象を統合的に理解するためには、データの取得・活用、支配的な物理過程の検討など更なる課題がある。地質データの特性を踏まえた現象のモデル化と、モデルの検証に資する質・量のデータ取得を両立させることが、研究の更なる発展の鍵になるとと思われる。

キーワード: 津波堆積物, 堆積作用, 数値モデル

Keywords: Tsunami deposit, sediment transport, numerical modeling

Palaeoseismic signals in coastal dune ridge systems Palaeoseismic signals in coastal dune ridge systems

GOFF, James^{1*} ; SUGAWARA, Daisuke²
GOFF, James^{1*} ; SUGAWARA, Daisuke²

¹University of New South Wales, Australia, ²IRIDeS, Tohoku University

¹University of New South Wales, Australia, ²IRIDeS, Tohoku University

Palaeoseismic research in regions adjacent to active fault zones has traditionally been concerned with identifying geological or geomorphological features associated with the immediate effects of past earthquakes, such as tsunamis, uplift or subsidence, with the aim of estimating earthquake magnitude and/or frequency. In a palaeoseismic context, coastal dune ridge systems are invariably used to infer relative sea level change, be it by uplift or subsidence. However, on a catchment-wide basis, research has linked a sequence of environmental changes such as forest disturbance, landslides, river aggradation and rapid coastal dune building as geomorphological after-effects of large earthquakes (Figure 1). In this model large pulses of sediment created by co-seismic landsliding in the upper catchment are moved rapidly to the coast where they leave a clear signature in the landscape. Coarser sediments form an aggradation surfaces and finer sediments form a new coastal dune or beach ridge. Coastal dune ridge systems are not exclusively associated with seismically active areas, but where they do occur in such places their potential use as palaeoseismic indicators is often ignored. Data are presented from sites in both New Zealand and Japan to illustrate the concept.

First, a well dated suite of coastal dune ridge sequences in SW New Zealand are shown to be linked by a series of geomorphological processes to large ruptures of the regionally significant Alpine fault (Wells and Goff, 2006; 2007). These fine resolution chronological sequences were achieved using the ages of trees from the ancient forest still growing there. A time lag of 10-50 years between earthquake and dune ridge formation attests to the short sediment transport distance from the mountains to the coast (~50 km) coupled with high annual rainfall. Second, these data are contrasted with evidence from SE New Zealand where a longer sediment transport distance from the mountains to the coast (~150 km) coupled with lower annual rainfall causes a time lag of 150-200 years between earthquake and dune ridge formation (McFadgen and Goff, 2005). Differences in coastal configuration and a lack of native forest chronology complicate event chronologies but additional geomorphological indicators and human responses enhance interpretations. Third, we investigate beach ridges of northern Honshu with a focus on the Sendai Plain where a study carried out following the 2011 Tohoku-oki earthquake and tsunami reveal a regional picture of the seismic driving of beach ridge formation. More work needs to be done but the initial results are both exciting and have significant implications for understand the palaeoseismic and palaeotsunami record for the region.

References:

Goff, J. and McFadgen, B.G. (2002) Seismic driving of nationwide changes in geomorphology and prehistoric settlement ? a 15th Century New Zealand example. *Quaternary Science Reviews*, 21, 2229-2236.

Goff, J. and Sugawara, D. (2014) Seismic driving of sand beach ridge formation in northern Honshu? Japan. *Marine Geology*, 358, 138-149.

McFadgen, B.G. and Goff, J. (2005) An earth systems approach to understanding the tectonic and cultural landscapes of linked marine embayments: Avon-Heathcote Estuary (Ihutai) and Lake Ellesmere (Waihora), New Zealand. *Journal of Quaternary Science*, 20, 227-237.

Wells, A. and Goff, J. (2007) Coastal dunes in Westland, New Zealand, provide a record of paleoseismic activity on the Alpine fault. *Geology*, 35, 731-734.

Wells, A. and Goff, J. (2006) Coastal dune ridge systems as chronological markers of paleoseismic activity ? a 650 year record from southwest New Zealand. *The Holocene*, 16, 543-550.

Figure 1: The seismic cascade of physical and human environmental responses to giant earthquakes (after Goff and McFadgen,

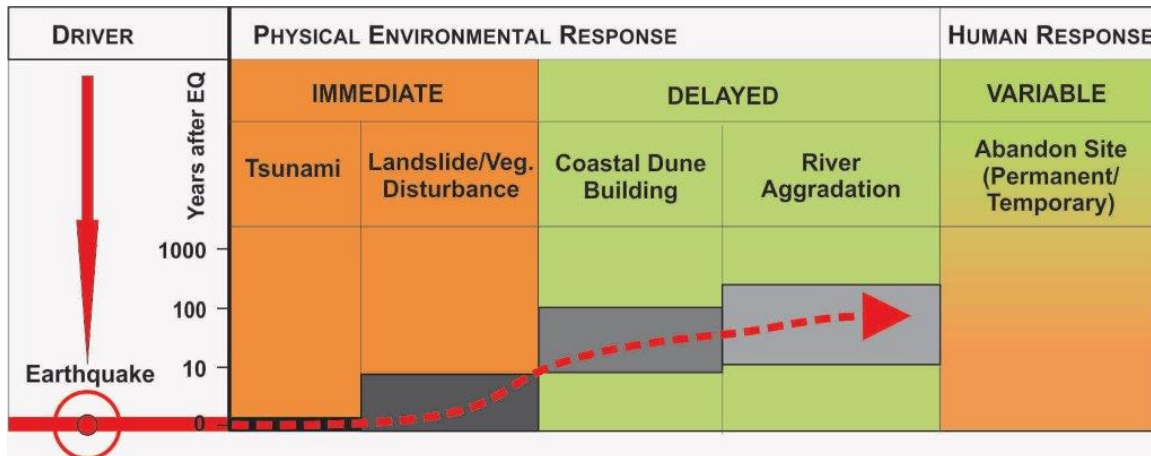
HCG35-10

会場:105

時間:5月27日 11:45-12:00

2002; Goff and Sugawara, 2014).

キーワード: Earthquakes, Tsunamis, Dune ridges, Landslides, Rivers, Geomorphology
 Keywords: Earthquakes, Tsunamis, Dune ridges, Landslides, Rivers, Geomorphology



高濃度混濁流の平衡条件 Equilibrium condition for high-concentration turbidity currents

成瀬 元^{1*}
NARUSE, Hajime^{1*}

¹ 京都大学大学院理学研究科
¹ Graduate School of Science, Kyoto University

本研究は、高濃度混濁流が形成される条件ならびに流れの特徴を理論的に検討する。一般に、津波や混濁流のような高速の流れであっても、一方向流の浮遊砂濃度は数%を超えることができない。これは、浮遊砂の存在が流れの中に密度勾配を作り、この密度勾配が流れの乱流を抑制するためである。乱流渦が抑制されると、底面近傍の浮遊砂が流れ上部へ拡散することが無くなり、結果として流れ全体が高濃度化することが妨げられるのである。

しかしながら、本研究は、理論的には30%程度の高濃度の流れが形成される可能性があることを明らかにした。このような高濃度浮遊砂平衡条件は、干渉沈降効果によって粒子の沈降速度が低下することにより生じる。非常に高い乱流運動エネルギーおよび高い初期浮遊砂濃度を流れに与えると、堆積物の底面からの連行と干渉沈降による沈降速度の低下がポジティブ・フィードバックを引き起こし、流れは30%程度の高濃度で堆積物連行・沈降量が釣り合う平衡条件に達する。このような平衡条件に達するためには、(1) 粒径が小さいこと (<200 μm)、(2) 初期濃度が高いこと (>20%)、(3) 流速が速いこと (>5 m/s) などが必要条件となる。

従来、混濁流には高濃度のもので低濃度のものであると想定されてきたが、なぜ2つのタイプが存在し、それぞれどのような条件で発生するのかについては理解されていなかった。本研究は、両者の違いが初期条件に依存していることを明らかにする。津波起源混濁流のような低濃度条件から発生した流れの場合、混濁流はいくら加速しても低濃度条件にとどまったまま流れ続ける。一方、土石流から発生した混濁流の場合、初期濃度は50%を超えると想定され、発生条件によっては高濃度のまま流下し続けることが可能である。

一般に、地層中の高濃度混濁流堆積物は、粗粒かつトップハット型層厚分布を持つと考えられてきた。粗粒であることは本研究の結果と矛盾するようだが、地層中に含まれる粗粒な粒子がベッドロードであると考えれば、この矛盾は解消される。高濃度流は非常に高い底面せん断応力を持つため、たとえ浮遊砂の粒度が150 μm 程度であったとしても、中礫以上のサイズの粒子をベッドロードで運搬することは可能である。一方、トップハット型層厚分布は、流れの浮遊砂濃度が高濃度平衡条件から低濃度平衡条件へ移り変わる際に形成されたと考えることで、解釈が可能である。すなわち、本研究の成果は、地層中にみられるタービダイトを理解するための基礎として活用することができる。今後、タービダイトの数値インバージョンを行う際にも、干渉沈降や浮遊砂の乱流抑制効果は重要な要素となっていくだろう。

キーワード: 混濁流, タービダイト, 干渉沈降, 浮遊砂, 乱流
Keywords: turbidity current, hindered settling, turbulence, suspension, turbidite

濃密な粉体流の流動・堆積過程のモデル化と火砕流への応用 Modeling runout and deposition of dense granular flows and its application to pyroclastic density currents in nature

前野 深^{1*}

MAENO, Fukashi^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Constraining physical parameters of pyroclastic density currents generated by collapsing of lava domes or eruption columns is important to assess volcanic processes and hazards, but is a significant challenge because the mechanics of pyroclastic grains and their interactions are incompletely understood. One approach has been to exploit the thinness of the flows relative to their length by employing a depth-averaged description. A key issue is the granular friction law that is introduced into the models. Recent laboratory studies on granular flows suggest that rheology can be described by friction coefficients. Variation of the friction coefficients related to physical parameters such as shear rate and pressure is captured through dimensionless numbers (e.g., Maeno et al., 2013). Under the shallow water assumption how well the friction models work remains unclear when applied to pyroclastic density currents in nature. In this presentation, I will introduce the shallow water model of granular flows with different types of granular friction laws, and discuss their application to natural system and related issues, taking a case study for Soufriere Hills volcano, Montserrat, Caribbean.

Recent dome collapse events at Soufriere Hills volcano provide good examples to study the dynamics of pyroclastic density currents and to examine granular flow models, because of abundant geological and geophysical data. Here the 20 May 2006 lava dome collapse and resultant deposit are focused. The total collapse volume of the 2006 event was 97 Mm^3 , of which about half was dense granular components (Trofimovs et al., 2012). The seismograms showed a prolonged buildup of increasingly large block and ash flows lasting ~ 90 min. The most intense phase that produced the main deposit occurred in 35 min with two marked peaks. Based on the collapsed volume and the duration of seismicity, an average collapse rate can be estimated to be $4.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$. On the other hand, the submarine deposit is characterized by an elongated shape in flow direction and by levee-like facies. The deposit shape was very different from that produced in the 2003 event where collapsed materials 170 M m^3 was released in 2.6 hours with an average collapse rate $1.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$, and the shape of proximal submarine deposit was characterized by semicylindrical, steep-sided lobes.

To investigate the factors controlling the shape of the deposit in 2006, the 2D shallow water model of granular flows with different types of Coulomb-type friction models is applied to the terrain of the Soufriere Hills. One had a constant friction coefficient, and another had a friction coefficient that depends upon the dimensionless inertial number (I) of the motion. For source condition, a constant mass or a line source with a flux function were used. Parameter studies were carried out within possible ranges of parameters such as volume, grain-size, and friction angles. When the I -dependent friction model was applied with a flux function and specific values of the parameters were used, the characteristics of deposit shape can be reproduced. The I -dependent friction model works better after the flow passing a slope break point where slope angle is equal to the friction angle at zero shear rate. Our results suggest that coupling effects of discharge rates, slope and granular friction properties may explain the different shapes of the deposits produced by dome collapse events at Soufriere Hills volcano.

References: Maeno, F. et al. (2013) *Physics of Fluids*, 25, 023302, doi:10.1063/1.4792707, Trofimovs, J. et al. (2012) *Bull. Volcanol.*, 74, 391-405.

キーワード: 火砕流, 粉体流, モデリング, 浅水理論

Keywords: pyroclastic density currents, granular flow, modeling, shallow water theory

ネパール・カリガンダキ川中流域における段丘面の分布と堆積過程 Distribution and its sedimentary process of river terrace deposits along the middle Kali- gandaki, central Nepal

吉田 崇博^{1*}; 菅沼 悠介²; 酒井 哲也³
YOSHIDA, Takahiro^{1*}; SUGANUMA, Yusuke²; SAKAI, Tetsuya³

¹ 総合研究大学院大学 複合科学研究科, ² 国立極地研究所, ³ 島根大学 総合理工学研究科
¹SOKENDAI University, School of Multidisciplinary Sciences, ²National Institute of Polar Research, ³Shimane University, In-
terdisciplinary Faculty of Science and Engineering

チベット高原からヒマラヤを縦断しインド平原へと流れる河川であるカリガンダキ川の中流域には、現河床との比高が300 mを越す大規模な河成段丘が存在する。ヒマラヤを流れる河川の段丘の発達には大規模斜面崩壊や氷河湖決壊洪水といった破局的イベントが強く影響しているといった報告があり (Takada, 1992. Schwanghart et al. 2014), カリガンダキ川中流域の段丘についても氷河湖決壊洪水堆積物であるとの主張もされている (Yoshida & Upreti, 2014)。しかし、カリガンダキ川中流域の段丘面に関する先行研究である Sharma (1980) や Yamanaka (1982) は段丘の地形分類を中心としている。そのため、段丘構成物の堆積学的な記載が不十分であり、その堆積過程も検討されていない。また、段丘面の区分・対比は主に航空写真判読に基づいているため、標高精度が低く検討の余地がある。そこで、本研究では、カリガンダキ川中流域の段丘面の堆積過程とその起源を解明する一歩としてカリガンダキ川の中流域 (ベニ?ファレバス) の段丘面の再分類と、段丘構成層の堆積学的記載をおこなった。その結果として、以下の3点が明らかになった。

- 1) 野外での GPS 測定と GIS による地形断面作成から従来の段丘面区分を改訂し、その高度から同時期面と考えられる段丘面の対比をおこなった。
- 2) 単一の礫層と記載されてきた段丘構成層の層相が少なくとも6つに細区分でき、その中には通常時の河川流堆積物とは異なる土石流、泥流のようなイベント性の高密度流堆積物が含まれることを明らかにした。
- 3) カリガンダキ川本流と支流との合流点では構成層の側方変化が認められることから、本流の堆積量の急激な増加が示唆される。

以上より、本研究地域の段丘面の構成物は急激に堆積した高密度流堆積物を含みその堆積過程には氷河湖決壊洪水が関与した可能性が高い。今後は、この高密度流堆積物に注目してその詳細な堆積過程、起源、および堆積年代を検討していく。

キーワード: ヒマラヤ, カリガンダキ, 河成段丘
Keywords: Himalayas, Kaligandaki, River terrace

第四紀後期における利根川支流域での河成段丘形成と地殻変動量評価 Late Quaternary river terrace development and estimation of vertical crustal movement along branches of the Tone River

森田 泰彦^{1*}; 須貝 俊彦²

MORITA, Yasuhiko^{1*}; SUGAI, Toshihiko²

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻・東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻(兼担)

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, ²Department of Natural Environment, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

背景

地殻変動量を評価するには、短いタイムスケールから順に地震学的、測地学的、地形学的、地質学的アプローチがある。測地学的方法が適用できない近代以前の地殻変動については、地形学的・地質学的証拠に基づく推定が有効である。これまでは主に海成段丘による評価法が用いられてきた(小池・町田, 2001)。海成段丘の旧汀線の分布高度と形成年代及び当時のユースタチックな海水準をもとに、旧汀線形成時以降の地殻変動が推定されてきた。しかし、海成段丘が分布しない内陸部では別の方法を使う必要がある。

内陸部においては河成段丘の高度分布に注目する方法が有効である。同等の気候や海水準のもとでは類似の河床縦断面形が形成されることを前提にすると、ある氷期に形成された段丘面と次の氷期に形成された面との比高によって、10万年スケールの地殻変動量を推定可能となり、この方法はTT(Terrace to Terrace)法と呼ばれている(吉山・柳田, 1992), (安江・田力ほか, 2011)。TT法の根拠は、内陸部にも海水準変動の影響が及ぶことを前提に考えられたDury, (1959)や貝塚, (1977)の気候段丘モデルである。しかしTT法は一般に内陸部にさかのぼるほど海水準変動の影響が及びにくくなっていき、地殻変動量評価の精度が低下すると考えられる。また氷期-間氷期スケールの時間変化においては、河川の流路変遷を考慮に入れる必要がある。このような理由から、TT法の適用精度や限界を知るための基礎的な研究が必要である。

研究目的

内陸部の地殻変動量をTT値でマッピングした研究があり(田力, 2000)、本研究において重要な要素である国内の多くの河床縦断面形を近似関数形として網羅的に分類した研究もある(本多・須貝, 2011)。これらの成果と本研究を組み合わせ、まだ十分に解明されていない内陸部の河床縦断面形変化の傾向を類推することが可能となる。内陸部でTT法を適用できる範囲を拡大することが本研究の目的であり、そのことにより多くの地域での地殻変動量の評価予測が可能になる。

研究方法

本研究では河成段丘地形が多く残されている神流川流域で調査を行った。まず空中写真判読により地形分類を行い、簡易レーザー測量器を用いた段丘面の比高計測を行った。また段丘を覆うテフラなどの風成層の主要元素組成をSEM EDSを用いて分析した。そして等高線間隔10mの1:25000地形図や等高線間隔2mの1:2500都市計画図により河成段丘の比高を計測し、神流川河床と段丘面の河床縦断面形を作成した。段丘比高の評価については、支流的堆積物や活断層の影響も無視できないため、これらの要素の影響をできる限り取り除き、地殻変動量を正確に評価できるようにした。

結果と考察

調査地域において、下流域の中位段丘からはAT火山灰が認められ29kaの年代が出ている。その下位層準で礫の風化が進んでいることや段丘の開析度から総合的に判断すると、中位段丘面は、より広域に存在しほとんど開析されていない低位段丘面より古く、最終間氷期以前に形成された面であると推定される。中位面がMIS6の形成であるとすればTT値は19-29mでMIS6-2での平均地殻変動量は0.14 - 0.22 mm/yr程度であると推定できる。上流では山中地溝帯で段丘の発達がよく、高位面が3段に細分され最高位段丘の形成時期はMIS12ころまで遡る可能性がある。滑走斜面には侵食を免れた古い段丘面が残存している。高位段丘露頭では連続サンプリングを行い、最終氷期より古いと推測される段丘の年代を火山灰分析により決定することを試みた。

今後の課題

本研究はTT法の適用精度や限界を知るための基礎的研究という位置づけである。しかしながら段丘を覆う風成層の主要元素分析については十分に成果が出せたとは言えず、年代決定については地形的観測からの推測段階であるため、今後の課題としては、年代決定論拠の確定を進めるべきであると考えている。

引用文献

小池一之・町田洋編, 2001, 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会。

吉山昭・柳田誠, 1992, 地学雑誌 104, p809-826。

安江健一・田力正好ほか, 2011, 原子力バックエンド研究 18(2), p51-61。

Dury, G. H., 1959, The Face of Earth, Penguin Books, Hamondsworth, 251p。

貝塚, 1977, 日本の地形 特質と由来, 岩波新書, p163-169; 222-230。

HCG35-14

会場:105

時間:5月27日 14:30-14:45

田力正好, 2000, 月刊地球号外 31, p173-181.
本多啓太・須貝俊彦, 2011, 地形 32(3), 293-315.

キーワード: 河成段丘, TT 法, 地殻変動, テフラ, 河床縦断面形, 神流川

Keywords: fluvial terrace, TT method, crustal movement, tephra, longitudinal profile, Kanna River

粗い岩盤河川と滑らかな岩盤河川における砂礫被覆の数値計算 A numerical model for predicting alluvial cover in clast-rough and clast-smooth bedrock channel

井上 卓也^{1*}; 泉 典洋²; 清水 康行²; ゲーリー パーカー³
INOUE, Takuya^{1*}; IZUMI, Norihiro²; SHIMIZU, Yasuyuki²; PARKER, Gary³

¹ (独) 寒地土木研究所, ² 北海道大学大学院工学研究院, ³ イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校
¹Civil engineering research institute for cold regions, ²Faculty of Engineering, Hokkaido University, ³University of Illinois at Urbana-Champaign

岩盤河川における砂礫の被覆面積は、相対的な流砂量（供給量と飽和流砂量の比）の簡単な関数として一般的にモデル化されている。しかし、岩盤床の粗度が被覆面積割合に与える影響については分かっていない部分が多い。本研究において、筆者らは給砂量や岩盤表面の凹凸を変えた場合の被覆面積割合の変化を水路実験を用いて調査した。その後、実験結果を基に相対粗度（岩盤床粗度と給砂粒径の比）を考慮した平面2次元の数値計算モデルを構築し、相対粗度と相対流砂量を変化した場合の感度分析を行った。

数値計算結果によると、1) 被覆割合は岩盤床の相対粗度が小さいほど小さくなる；2) 岩盤床の粗度が砂礫床の粗度より大きい場合（clast-rough bedrock）、被覆割合は給砂量に応じて徐々に増加する；3) clast-rough bedrockにおいて給砂量が多い場合、岩盤部と砂礫部が混在した交互砂州が形成され、砂州のスレッドは下流へ伝播する；4) 岩盤床の粗度が砂礫床の粗度より小さい場合（clast-smooth bedrock）、完全に露岩した河床に、最初の砂礫被覆のパッチが形成されるまでに、比較的大きな給砂量が必要となり、一度砂礫パッチが形成されると、急激に完全な砂礫床へ遷移する；5) clast-smooth bedrockにおいて、完全な露岩床から完全な砂礫床への遷移する給砂量と完全な砂礫床から完全な露岩床へ遷移する給砂量は異なり、ヒステリシスが生じる。

キーワード: 岩盤河川, 河道形態, モデル化, 流砂
Keywords: Bedrock river, Fluvial geomorphology, Modeling, Sediment transport

石筍の年縞の特徴とその自動認定 Automatic identification and statistical characteristics of annual layers in stalagmites

佐々木 華^{1*}; 石原 与四郎²; 吉村 和久³; 大西 由梨²
SASAKI, Hana^{1*}; ISHIHARA, Yoshiro²; YOSHIMURA, Kazuhisa³; ONISHI, Yuri²

¹ 福岡大学大学院理学研究科, ² 福岡大学理学部, ³ 九州大学大学院理学研究院

¹Graduate School of Science, Fukuoka University, ²Department of Earth System Science, Fukuoka University, ³Faculty of Sciences, Kyushu University

鍾乳石(石筍)のMg/Ca比や炭素同位体記録からは、植生変動や太陽活動の周期性など、さまざまな古環境情報が得られている。また、石筍に認められる年縞は、このような古環境情報の年代のプロキシとしても用いられている。石筍の年縞は、主として石筍に取り込まれる不純物の濃度の年周期変化によって形成される。不純物としてフルボ酸などの蛍光物質を含む石筍では、紫外線を照射することで年縞を観察できる。このような石筍の年縞の形成には、堆積速度に関わる滴下水量、カルシウムイオン濃度、石筍の形態、洞窟大気中の二酸化炭素濃度などのほか、フルボ酸生成量に影響を与える環境変動などが深く関わると考えられる。しかしながらこれらの要素がそれぞれどのように作用して個々の年縞の厚さや蛍光強度が決まるのかは明らかになっていない点が多い。

一方、年縞を年代のプロキシとした多くの研究では、年縞が明瞭でない場合に、層準的に近い年縞の層厚で堆積速度が見積もられている。また、石筍の年縞のカウントや層厚測定は基本的に顕微鏡下で行われており、再現性や客観性に問題を含むことが指摘される。そのため、より客観的かつ定量的に石筍の年縞の数や層厚の取得を試みることで、そして層厚にどのような統計的特性があるのかを知ることは、石筍を用いた古環境研究を行う上では非常に重要である。本研究では、湖成縞状堆積物を対象に開発された葉理の時系列化手法(Sasaki et al., in press)を石筍の年縞に適用し、年縞の自動認識を行うとともに、これに基づいて層厚の統計的特徴を検討した。

石筍の年縞は、九州大学大学院理学研究院反応分析化学研究室の蛍光顕微鏡を用いて撮影した。年縞の認定、計測では、Sasaki et al. (in press)の手法を適用した。すなわち、葉理画像を数値化し、(1) 葉理の濃淡画像の平滑化と濃淡の変化率の検出、(2) 指定 Window 内における濃淡の中央値の検出、(3) (1)の最大変化率、(2)の中央値を組み合わせる葉理境界の認定を行った。葉理の認定の後、葉理に垂直方向に見て明るい葉理と暗い葉理の数が入れ換わる部分を境界として層厚を計測し、時系列化した。

解析の結果、湖成堆積物に用いられる年縞の自動認識手法が石筍の年縞にも適用可能であること、年縞にその形成過程に深く関わる可能性がある非対称な蛍光強度の変化が認められること、年縞層厚や年縞内の平均蛍光強度は短期間でも大きく変化し、その時系列には揺らぎが見られることが明らかになった。例えば、長崎県西海市の龍王洞内で得られた石筍で得られた層厚 50 μ m~200 μ m の各年縞は下位から上位に向かって蛍光強度が強くなる傾向を示すとともに、対数正規分布もしくは分散の大きい正規分布で近似可能な層厚頻度分布を示す。また、年縞内の蛍光強度は層厚とは別に変動すること等が明らかになった。このうち、年縞の形成過程は洞窟内部の環境によって大きく変わる可能性があり、現在形成中の石筍の年縞を直接観測する必要があることが指摘される。

文献

Sasaki, H., Saito?Kato, M., Komatsubara, J. & Ishihara, Y., Application of a method for detecting lamina characteristics in sediments for time series analysis: an example using a soft X-ray image of varves from the Hiruzenbara Formation. Journal of Sedimentary Society of Japan, in press.

キーワード: 年縞, 画像解析, 石筍, 時系列解析

Keywords: annual layer, image analysis, stalagmite, time series analysis

宮崎層群青島層にみられるセディメントウェーブの形成条件 Formation condition of deposits of sediment wave in the Neogene Aoshima Formation, Kyushu Island, southwest Japan

石原 与四郎^{1*}; 大西 由梨¹; Kawakami-Takii 喜和子¹
ISHIHARA, Yoshiro^{1*}; ONISHI, Yuri¹; KAWAKAMI-TAKII, Kiwako¹

¹ 福岡大学理学部

¹Department of Earth System Science, Fukuoka University

宮崎県宮崎市の日南海岸沿いには、宮崎層群青島層がよく露出する。青島層は、特異な堆積シーケンスや層厚頻度分布を示す重力流堆積物が卓越する前孤海盆埋積堆積物である。基本的には流向方向への連続性がよく、厚さ 30 cm 以下の単層がおよそ 10 km にわたって対比が可能である。重力流堆積物の堆積相解析や層厚頻度分布の解析からは、青島層はファンデルタ沖合に位置すると推定されている。

宮崎市折生迫白浜の海岸沿いに分布する青島層は、およそ 700 m に渡って詳細な単層の追跡がなされた。その結果、これらの層厚分布が波長数 100 m のセディメントウェーブを成すことが明らかになってきた。露頭におけるこのような規模のセディメントウェーブの報告は今まで認められていない。本研究では、得られたセディメントウェーブの波長からこれらを形成した流速を求め、認められる堆積構造との整合性を検討した。

青島層のセディメントウェーブは、以下の特徴がある。すなわち、(1) 単層はおおよそ中粒砂からなり、検討層準上部ほど層厚変化に富む、(2) 波長は 600~700 m で、短い stoss side と長い lee side を持つ、(3) stoss side ではしばしば泥岩同時侵食礫を含む、(4) 全体的に spaced planar lamination が発達する等である。これらの特徴からは、全体的に高領域での流れが推定されるとともに、stoss side で跳水が起こっていたことが指摘できる。

得られたセディメントウェーブの流速を、海水と重力流の密度差を 10~300 kg/m³ の範囲で Normark et al. (1980) によるセディメントウェーブの波長と流速の関係で求めた。また、オートサスペンションの起こらない堆積的な流れを仮定すると、基底面の傾斜が 0.1° と緩いときは 3.0~17.3 m/s, 1° のときは 3.0~13.0 m/s, 2° のときは 3.0~6.5 m/s, 5° のときは 3.0~4.3 m/s であったことが推測される。このような流れは、セディメントウェーブを形成する重力流堆積物の堆積構造が高領域での流れを反映したベッドフォームからなることと矛盾しない。

キーワード: セディメントウェーブ, トラクションカーペット, 重力流堆積物, 単層解析, 流速

Keywords: sediment wave, traction carpet, sediment gravity flow deposit, bed-by-bed correlation, flow velocity

検層データに基づくタービダイト・サクセションの堆積相解析 Facies analysis of turbidite succession using borehole log data

大西由梨^{1*}; 佐々木華¹; 石原与四郎²; 高野修³
ONISHI, Yuri^{1*}; SASAKI, Hana¹; ISHIHARA, Yoshiro²; TAKANO, Osamu³

¹ 福岡大学大学院理学研究科, ² 福岡大学理学部, ³ 石油資源開発技術本部技術研究所探鉱研究室シーケンス層序グループ
¹Graduate School of Science, Fukuoka University, ²Department of Earth System Science, Fukuoka University, ³Japan Petroleum Exploration, JAPEX Research Center

坑井において取得される様々な物理検層ログデータのうち、ガンマ線検層は岩相変化に最も的確に反応する。したがって、物理検層ログデータ上での岩相区分にはガンマ線検層が一般に用いられる。坑井におけるタービダイト・サクセションにおいても、ガンマ線検層を用いて岩相区分および堆積相区分を行うことが可能である。しかしながら、検層データはデータ取得間隔の関係から分解能に制限が存在することや、区分解釈において客観性を保つ必要があることから、近年、ガンマ線検層のデータ解析を行って、堆積相やその層序的变化を検出するソフトウェアが開発されてきている（たとえば、ガンマ線検層のスペクトル解析を行う CycloLogTM など）。これらを用いると砂質・泥質な層準の抽出、層序的变化の規模の推定、ログ間の対比等を、客観的に容易にできるようになる。本研究では、タービダイト・サクセションを対象に掘削されたガンマ線検層ログデータを用い、Sasaki et al. (in press) による葉理の認定手法および Hurst 解析等の手法を用いることによって、堆積相解析を試みた。

Sasaki et al. (in press) は縞状堆積物の葉理境界を自動認定する上で、画像濃淡の変化率および振幅の中間値を用いた手法を用い、客観性と再現性のある葉理境界の認定を可能にした。この手法は2種類の葉理からなる縞を認定することができるので、本研究においても波形のパターンに基づき、砂岩優勢互層と泥岩優勢互層を区分できることが期待される。Hurst 解析ではログデータのフラクタル性を検証でき、Sasaki et al. (in press) で区分された互層をユニットごとに特徴付けることができる。

検討の結果、ガンマ線検層ログデータ上において、砂岩勝ち互層と泥岩勝ち互層が区分され、更に密度 (RHOB) の情報を用いて高密度、低密度の互層かを評価することができた。Hurst 解析では、ログデータの波形の持続性、すなわち、単調な波形が連続するのか、それとも複雑に変動するのかを評価できた。これらの結果を組み合わせることで、野外で認められる堆積相区分との対比が可能になることが期待される。

引用文献: Sasaki et al., in press, Journal of Sedimentological Society of Japan.

キーワード: 堆積相区分, タービダイトサクセション, Hurst 解析, ガンマ線検層

Keywords: sedimentary facies analysis, turbidite succession, Hurst analysis, gamma-ray log

堆積相を考慮した沖積層の3次元地質モデル - 熊本平野での例 - Three-dimensional models of alluvial plain considering sedimentary facies: an example of Kumamoto Plain

中尾 健人^{1*}; 石原 与四郎¹; 成瀬 元¹
NAKAO, Kento^{1*}; ISHIHARA, Yoshiro¹; NARUSE, Hajime¹

¹ 福岡大学理学部地球圏科学科地学分野, ² 京都大学大学院理学研究科

¹Department of Earth System Science Faculty of Science, Fukuoka University, ²Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

日本の沖積平野は臨海平野部に位置し、多くの場合人口が集中する。近年の沖積層の研究では、これらが地盤工学的に脆弱な地質であることから、地盤図や三次元地盤モデルの構築が積極的に行われている。江藤ほか(2008)は関東平野の埋積谷を充填する沖積層の三次元地質・地盤モデルを解釈や専門家の知識を必要としない方法で構築した。一方、三次元地質・地盤モデルを構築する上であまり顧みられていない重要な点は岩質の連続性の評価である。その連続性はこれらの堆積過程が反映されるため、それぞれの“堆積相”を判定することは、モデルの精度の向上につながると考えられる。

九州中央部の熊本市を中心とした地域に分布する熊本平野は、阿蘇カルデラから流れる白川と緑川の下流部に位置する。本地域の沖積層は下位より島原海湾層、有明粘土層と累積する。有明粘土層の堆積相として内奥部に河川流路と氾濫原、島原海湾周辺部に完新世のデルタが認められる(長谷・岩内, 1996)。本研究では、熊本平野の沖積層ボーリングの岩相分布の特性を評価した上で、埋積谷における三次元地質モデルの構築手法を改良して熊本平野に適用した。その結果、かつてから指摘されている有明粘土層からなる軟弱地盤が内奥部まで広がるという特徴が可視化された。

キーワード: 沖積平野, ボーリング情報, 岩質の連続性, 熊本平野, 堆積相, 三次元地質モデル

Keywords: alluvial plains, borehole database, continuities of lithology, The Kumamoto Plain, sedimentary facies, three-dimensional geological model

近江盆地の表層地盤構造 Subsurface structure around Oumi basin

北田 奈緒子^{1*}; 伊藤 浩子¹; 井上 直人¹; 三田村 宗樹²; 竹村 恵二³
KITADA, Naoko^{1*}; ITO, Hiroko¹; INOUE, Naoto¹; MITAMURA, Muneki²; TAKEMURA, Keiji³

¹一財) 地域地盤環境研究所, ²大阪市立大学大学院 理学研究科, ³京都大学大学院 理学研究科
¹Geo-Resarch Institute, ²Osaka City Univ., ³Kyoto Univ.

KG-NET・関西圏地盤研究会では、4カ年をかけて近江盆地地下の地盤情報を収集して表層地盤構造を検討するとともに、基準ボーリング調査を実施して、表層部の地質特性および地盤特性についての検討を行ってきた。これらの内容は「新関西地盤—近江盆地」においてとりまとめを行った。本発表では、このときの検討、取りまとめ内容を中心に、近江盆地部の地下の地質の特徴やその分布について述べる。

調査は琵琶湖を巡る周辺の低平地を中心に、約14600本の工学ボーリングを用いて検討した。また、野洲川河口部および、姉川では基準ボーリングを実施して、地質コアを用いた堆積環境解析などを行い、対比の基準とした。

琵琶湖の周辺の基盤岩は、花崗岩と流紋岩、堆積岩からなり、それぞれの地質の異なる山地から河川によって運搬される土粒子は、河口部の特徴も後背地の地質によって異なる傾向がみられる。また、近江盆地の中心に位置する琵琶湖の湖内流（還流）による浜堤の発達、後背湿地の形成などもあり、非常にバリエーションに富む。ボーリングデータからの各地域の表層の地層の分布や特徴から、地域の堆積環境を知り、地盤特性などを抽出した。

一例を挙げると、琵琶湖大橋の付近には、近江盆地内で最も厚い粘土層が分布し、野洲川河口部には花崗岩起源のマサ土を中心とした、砂層が分布する。

キーワード: 沖積層, ボーリング, データベース, 堆積環境
Keywords: alluvium, borehole, database, sedimentary environment

オマーン北部、オマーン山地の Alwa 層における frutexites の化学組成と分類 Chemical composition and classification of frutexites in Alwa Formation, Oman mountains, northern Oman

本庄 連^{1*}; 吉田 孝紀²
HONJO, Ren^{1*}; YOSHIDA, Kohki²

¹ 信州大学大学院理工学研究科, ² 信州大学理学部地質科学科

¹Graduate school of science and technology, Shinshu University, ²Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University

オマーン北部、オマーン山地には三畳系石灰岩が堆積している。そのような石灰岩層の一つに Alwa 層がある。Alwa 層は主に赤色を呈する peloidal wackestone または peloidal packstone で構成される (Woods and Baud, 2009)。また、一部に特徴的な黒色を呈する石灰岩、sheet crack と呼ばれる方解石で満たされた部分がレンズ状や層として挟まっており、そこでのみ frutexites が見られる。frutexites とは Maslov (1960) で述べられた Fe や Mn に富む樹木状の microstromatolite であり、微生物活動によって層状構造を呈するとされる (Jakubowicz et al., 2014)。しかし、Alwa 層の frutexites の記載は十分に行われていない。そこで本研究では Alwa 層の frutexites の記載を行い、薄片観察結果と化学分析の結果を用いて frutexites の分類を行った。

Alwa 層の frutexites は、鏡下観察において方解石層と金属鉱物の層が見られる。方解石層は白色のものとオレンジ色のものがあり、後者の方解石層は frutexites の一番外側の層の色としてよく見られる。このような frutexites は大きさが 0.1mm から 1.5mm ほどである。また大きさが 0.1mm から 0.5mm 程度の全体的に黒色がかかった frutexites が観察できる。この frutexites は前者と異なり、オレンジ色の方解石層はほとんど見られない。

また信州大学理学部所有 EDS(JSM-6510A, 日本電子株式会社製)によりそれぞれの frutexites の化学分析を行った。その結果、それぞれの frutexites の持つ金属鉱物層の組成に差異が見られた。通常の frutexites の金属鉱物層中には Mg、Mn、Fe といった金属元素が含まれている。しかし、全体的に黒色がかかった frutexites の金属鉱物層からはそれらの元素の他に Al、P が含まれている部分がある。これらの元素は後者の frutexites においてのみ特徴的に見られる元素である。

よってこれらの結果から Alwa 層の frutexites は方解石層の呈する色、frutexites の大きさ、金属鉱物層の化学組成の特徴から二つに分類できる。Frutexites は時代に関わらず、様々な環境の堆積物に保存されているので (Jakubowicz et al., 2014)、その多様性は Alwa 層の堆積時の間隙水や底層水の変動と関連している可能性がある。

キーワード: 三畳紀, 石灰岩, 化学組成, オマーン

Keywords: Triassic, limestone, chemical composition, Oman

更新統下総層群木下層・常総層にみられる MIS5e以降の海退システムの一考察 Special differences of regressive systems during MIS 5e-4 in the Pleistocene Kioroshi and Joso Formations, Shimoso Group

秋山 大地^{1*}; 中里 裕臣²; 岡崎 浩子³
AKIYAMA, Daichi^{1*}; NAKAZATO, Hiroomi²; OKAZAKI, Hiroko³

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ² 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所, ³ 千葉県立中央博物館地学
研究科

¹Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, ²National Institute for Rural Engineering, ³Division of Earth
Science, Natural History and Institute, Chiba

関東平野において、中・上部更新統下総層群が堆積した古東京湾と呼ばれる内海は、氷河性海水準変動に伴い繰り返し出現した。下総層群の上部層にあたる木下層・常総層が堆積した海洋酸素同位体ステージ (MIS) 5e 以降の海水準の低下により、河川や海浜平野の発達など様々な海退システムが出現した。本研究では湾奥と太平洋側での典型的な海退システムについて堆積相解析を行った。その結果、木下層から下部外浜相、上部外浜相、海浜相、湿地相などが、常総層から河川相、湿地相などが認定された。この内、同様な堆積相でも湾奥と太平洋側とは層相や粒度分布に違いが認められた。例えば、河川相について、湾奥のものは大規模なトラフ型斜交層理が発達する非常に分級の悪い泥～中礫層からなり、典型的な河川相を示す。一方、太平洋側のものは湾奥のものに比して分級が良く、主に中・粗粒砂で構成され、泥の成分は数%である。発達するトラフ型斜交層理も小規模で葉理には砂鉄の濃集が認められる。このような両者の差は内陸と外洋側では海退に伴う地理的分布や微地形の発達が異なることを反映していると考えられる。また、詳細な古地理の変遷を復元するには年代決定が重要だが、検討中である。

キーワード: 海退システム, 中・上部更新統, 古東京湾

Keywords: regressive systems, Middle to Upper Pleistocene, Paleo-Tokyo Bay