

湖沼に残された津波堆積物の形成過程と空間分布：水槽実験による検討  
The sedimentary process and distribution of tsunami deposits in coastal lakes: a flume experiment

山口 直文<sup>1\*</sup>; 関口 智寛<sup>2</sup>  
YAMAGUCHI, Naofumi<sup>1\*</sup>; SEKIGUCHI, Tomohiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター, <sup>2</sup>筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

<sup>1</sup>Center for Water Environment Studies, Ibaraki University, <sup>2</sup>Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

A series of flume experiments were performed to examine the sedimentary process and distribution of tsunami deposits in coastal lakes. In the experimental program, a fixed slope of 1/20 and terrestrial area including a pool as a coastal lake were installed, and tsunami-like solitary wave was generated. The tsunami flow transported sediments from a sand bed placed on the slope, and deposited them on the terrestrial area. When the tsunami flow irrupted into the pool, hydraulic jump was occurred. In the area where the hydraulic jump made turbulence, little sediment deposited. Thus, the distribution of the tsunami deposits in the pool did not always show the thinning-landward trend in the present experimental series. The dependence of the amount of sediments on magnitude of tsunami waves was more pronounced in the pool than the land area.

キーワード: 津波堆積物, 水槽実験

Keywords: tsunami deposit, flume experiment, coastal lake

## 海域の洪水・斜面崩壊堆積物にみられる陸源有機炭素率の層位変化パターン Variations of terrigenous organic carbon content in flood and slope failure sediments

大村 亜希子<sup>1\*</sup>; 池原 研<sup>2</sup>; 片山 肇<sup>2</sup>; 宇佐見 和子<sup>2</sup>; 入野 智久<sup>3</sup>; 加 三千宣<sup>4</sup>; 芦 寿一郎<sup>5</sup>  
OMURA, Akiko<sup>1\*</sup>; IKEHARA, Ken<sup>2</sup>; KATAYAMA, Hajime<sup>2</sup>; USAMI, Kazuko<sup>2</sup>; IRINO, Tomohisa<sup>3</sup>; KUWAE, Michinobu<sup>4</sup>  
; ASHI, Juichiro<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 学振 RPD, 東京大学, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所, <sup>3</sup> 北海道大学, <sup>4</sup> 愛媛大学, <sup>5</sup> 東京大学

<sup>1</sup>JSPS Research Fellow, Univ.Tokyo, <sup>2</sup>IGG, AIST, <sup>3</sup>Hokkaido Univ., <sup>4</sup>Ehime Univ., <sup>5</sup>Univ. Tokyo

海域のタービダイトを利用して過去の自然災害の履歴を知るためには、形成要因が明らかな堆積物の特徴を知ることが重要である。本発表では、特定の地震・洪水に対比可能な堆積物を対象に、含まれる有機炭素の安定同位体比から有機炭素に占める陸源の割合を算出した。この結果、洪水と斜面崩壊起源のタービダイトに特徴的な層位変化を認められたので紹介する。

熊野川沖合の新宮海底谷沖斜面から採取された KH-11-9-FB12 および FB14 には、コア最上部に砂粒を含む赤褐色の酸化層が認められ、2011 年 9 月の台風 12 号の紀伊半島への接近に伴う洪水起源と考えられている (Ikehara et al., 2012)。これらのコアには中・下部にもタービダイトが認められ、137-Cs と 210-Pb による堆積年代にもとづいてそれぞれ 1959 年伊勢湾台風と 1889 年十津川水害によると考えられている (Ikehara et al., 2012)。これらの洪水起源堆積物に含まれる陸源有機炭素の割合は、タービダイト泥では約 20-80 % 以上であり、同じコアの半遠洋性泥では約 25-30 % 程度であることと比較すると高い。木片が密集するタービダイト基底部では特に高い値を示すが、明瞭な砂層を伴わないタービダイト泥では反対に下部の割合が比較的低い。また、タービダイト泥ではその割合がほぼ一定であり層位変化が認められない。

日高地方沙流川沖陸棚の凹地内から 2007 年に採取されたコア 104A および 95A には、2003 年 8 月に北海道東部を通過した台風 10 号に伴う洪水堆積物が認められた。洪水直後に陸棚上に広く分布していた洪水堆積物の多くは、その後波浪の影響を受けて移動したが、凹地内は保存に適した環境であった (片山ほか, 2007)。タービダイトの層厚は 17-23cm であるが、いずれも砂質部が薄く泥質部が厚い。有機炭素に占める陸源の割合は、95A では約 70-80 % 以上であり、層位変化が認められない。通常時の陸棚堆積物では約 40 % であることと比較すると高い。104A では約 70-90 % 以上であり、タービダイト砂層とタービダイト泥の下部の方が陸源の割合が低い。タービダイト泥の中・上部の方が陸源の割合は高く、顕著な層位変化がない。

海域の洪水堆積物に陸源の有機炭素が多く含まれることは、それらの供給源が陸上河川にあることから容易に予想される。タービダイト基底部に木片が密集する場合にはその層準で陸源の割合は高い。しかし、タービダイト基底-下部の方が上部よりも陸源の割合が低い特徴が紀伊半島沖深海底堆積物と日高沖陸棚堆積物に認められた。これは、混濁流が海底面に堆積していた通常時の堆積物 (半遠洋性泥) を浸食し堆積したことを示すと考えられる。またタービダイト泥では、最上部に上位の半遠洋性泥との混合によると見られる低下が認められる以外には顕著な層位変化が認められないことも、両地域で共通している。これは洪水時の陸上河川から海域への陸源物質の供給が洪水のピーク時だけでなくその後も継続したことによると考えられる。

一方、別府湾南西部から採取されたコア BP09-6 には、1596 年の慶長豊後地震により形成されたタービダイトが認められている (Kuwae et al., 2013)。タービダイト砂層は薄く、タービダイト泥が厚い。イベント層準では通常時の泥層よりも数-25% 程度陸源有機炭素の割合が高い。この結果から、地震の際に湾奥部に流入する大野川・大分川河口に発達するデルタ斜面が崩壊し、陸源有機炭素に富む堆積物が通常時に海底を覆っていた海洋起源の有機炭素を多く含む堆積物とともに斜面を流下しタービダイトを形成したと考えられる。タービダイト基底からタービダイト泥の上部まで連続的に陸源の寄与が減少する層位変化は、日高沖と紀伊半島沖の洪水堆積物に認められた特徴とは異なる。上方への陸源有機炭素の減少は、これらの堆積物が一度の崩壊による一過性の混濁流によって形成されたことを示すと考えられる。

以上の結果は、陸源有機炭素の割合の層位変化パターンがタービダイトを形成した混濁流の違いを反映していることを示唆する。堆積物から過去の自然災害を特定する際には、通常時の堆積物に対する陸源の寄与率の違いとともに、それらの層位変化のパターンも重要な情報となるかもしれない。

### 文献

Ikehara, K. et al., 2012, Unique 210-Pb and 137-Cs profiles in marine sediment cores containing recent event deposits off Kumano and Sanriku Japan. *2012 Annual Meeting of Geological Society of America*.

片山 肇ほか, 2007, 北海道日高沖陸棚上における 2003 年洪水後の表層堆積物分布. 地質調査所研究報告, 58, 189-190.

Kuwae, M. et al., 2013, Stratigraphy and wiggle-matching-based age-depth model of late Holocene marine sediments in Beppu Bay, southwest Japan. *Journal of Asian Earth Science*, 69, 133-148.

キーワード: タービダイト泥, 半遠洋性泥, 有機炭素, 自然災害

---

HCG37-02

会場:421

時間:4月30日 14:30-14:45

Keywords: turbidite mud, hemipelagites, organic carbon, natural disasters

## 強い風化条件下での珪長質深成岩を起源とする石英砂とカオリナイト質泥の形成 Quartzose sand and kaolinite-dominated mud derived from felsic plutonic rocks in intense weathering condition

吉田 孝紀<sup>1\*</sup>; 葉田野 希<sup>1</sup>; 森 沙織<sup>1</sup>; 入江 志織<sup>2</sup>; 足立 佳子<sup>3</sup>  
YOSHIDA, Kohki<sup>1\*</sup>; HATANO, Nozomi<sup>1</sup>; MORI, Saori<sup>1</sup>; IRIE, Shiori<sup>2</sup>; ADACHI, Yoshiko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部, <sup>2</sup> 国際石油開発帝石, <sup>3</sup> 新潟大学超域学術院

<sup>1</sup>Shinshu University, <sup>2</sup>Inpex Cooperation, <sup>3</sup>Center for Transdisciplinary Research, Niigata University

In the Upper Miocene - Early Pliocene time, Japanese island had a warm and subtropical climate. The mineralogical and chemical compositions of sand and mud of the Upper Miocene Tokiguchi Porcelain Clay and the Early Pliocene in the Kobiwako Group were examined for sedimentary petrography and geochemistry to clarify the influence of the warm climatic condition on sediment composition. Both sediments are considered to have been produced from felsic crystalline basement provenance. These sediments are characterized by the deposition in warm and humid climate on the basis of plant and diatom fossils.

The humid tropical climate produced quartz rich sand and kaolinite rich mud. The Upper Miocene sediments indicate that mafic silicates and feldspars were destroyed so that the sand ranges from arkoses with plagioclase rich sand to subarkoses with dominant of K-feldspar. The Upper Miocene mud show kaolinitic clay mineral composition and aluminous chemical composition. In contrast, the Pliocene sand is arkosic to litharenitic with abundant of feldspars and accessory minerals. In the Pliocene mud, an increase in the relative abundance of smectite accompanies the breakdown of volcanic fragments and volcanic glass is detected.

The intense weathering, rare earth elements (REE) are concentrated in mud. The Miocene sand shows the REE concentration less than one of PAAS level, whereas the Miocene mud display similar level of concentration in PAAS. In many samples, the REE concentration is mostly by biotite and zircon evidenced by HREE concentration.

The intense weathering condition, such as high temperature with humidity, affects the sand and mud compositions with selective destruction of minerals and newly formation of clay minerals. The relative increase of HREE, which is mainly housed in durable minerals, and mineral assemblage of sand and mud probably provide quantitative estimation of weathering degree for the sediments derived from felsic plutonic rocks.

キーワード: 中新世, 砂組成, 泥組成, 希土類元素組成, 風化

Keywords: Miocene, sand composition, mud composition, REE composition, weathering

## YD13-G2 堆積物コアの自然ガンマ線スペクトルから見た最近の揚子江デルタの堆積環境

### Depositional environment of the recent Yangtze Delta sediment deduced from the natural gamma-ray spectroscopy of YD13-G2

入野 智久<sup>1\*</sup>; 王 可<sup>1</sup>; 齋藤 京太<sup>2</sup>; 多田 隆治<sup>2</sup>; 鈴木 克明<sup>2</sup>; 久保木 結<sup>2</sup>; 杉崎 彩子<sup>2</sup>; Zheng Hongbo<sup>3</sup>  
IRINO, Tomohisa<sup>1\*</sup>; WANG, Ke<sup>1</sup>; SAITO, Keita<sup>2</sup>; TADA, Ryuji<sup>2</sup>; SUZUKI, Yoshiaki<sup>2</sup>; KUBOKI, Yui<sup>2</sup>; SUGISAKI, Saiko<sup>2</sup>  
; ZHENG, Hongbo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学, <sup>2</sup> 東京大学, <sup>3</sup> 南京師範大学

<sup>1</sup>Hokkaido University, <sup>2</sup>University of Tokyo, <sup>3</sup>Nanjing Normal University

The Yangtze River has transported approximately 500 mt/yr of sediments which formed a well-developed tide-dominated delta on its mouth during the Holocene high-stand. Sediment transport is dominant in rainy summer season or during flooding events, and the 40% is deposited in the estuary and the remaining sediments are transported offshore by tide forming a submerged delta or re-transported southward during stormy winter season. Due to these seasonally contrasted and event driven feature of sedimentation, spatial distribution of the accretion and erosion of the delta body is highly heterogeneous.

The Holocene subaqueous delta sediment has been also used as good sediment archives of the history of the Yangtze discharge and flooding due to its high sedimentation rate and good coverage of the Late Holocene. We also performed drilling of the delta sediment and collected two ~30 m drilling cores and four gravity cores in order to reconstruct the flooding history and the associated change in the detrital provenance. The drilled site (YD-13) is located on clayey bottom with the water depth of 40 m. The top 10 m of the sediment core consists of homogeneous clay with rare sand patches, which could be formed during the Holocene high stand. One of the gravity core (YD13-G2) recovers the 140 cm of surface sediments, and we decided to examine the natural gamma-ray spectrum and stacking pattern of this gravity core at 1 cm resolution in order to stationarity of sedimentation.

Since Cs-137 was not detected from the YD13-G2 sediment, even the surface material was judged to be older than 1950. Pb-210 is detected from the top 50 cm interval, which suggests the near-surface sediments were deposited during these ~100 yrs. However, the vertical profile of Pb-210 shows highly variable from zero to 25 Bq/kg with zigzag shape, which suggests repeated intercalation of old materials. Th-234 / K-40 and Ac-228 / K-40 ratios varies consistently suggesting some varieties in the provenance or grain size. Further examination is necessary to resolve potential event sedimentation and the apparent age of the related sediments.

キーワード: 揚子江デルタ, 堆積環境, 自然ガンマ線スペクトル

Keywords: Yangtze Delta, Depositional environment, natural gamma-ray spectroscopy

## Provenance changes of Yangtze Delta core sediments and their implications for precipitation changes during the Holocene

### Provenance changes of Yangtze Delta core sediments and their implications for precipitation changes during the Holocene

王可<sup>1\*</sup>; 多田隆治<sup>2</sup>; 入野智久<sup>1</sup>; ZHENG Hongbo<sup>3</sup>; 杉崎彩子<sup>2</sup>; 斎藤京太<sup>2</sup>; 久保木結<sup>2</sup>  
WANG, Ke<sup>1\*</sup>; TADA, Ryuji<sup>2</sup>; IRINO, Tomohisa<sup>1</sup>; ZHENG, Hongbo<sup>3</sup>; SUGISAKI, Saiko<sup>2</sup>; SAITO, Keita<sup>2</sup>; KUBOKI, Yui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学, <sup>2</sup>東京大学, <sup>3</sup>Nanjing Normal Univ.

<sup>1</sup>Hokkaido Univ., <sup>2</sup>Univ. of Tokyo, <sup>3</sup>Nanjing Normal Univ.

Understanding the complex evolution of the natural environment in response to changes in climatic boundary conditions is a major challenge. Changes in frequency and magnitude of flooding of the Yangtze in association with the variations in East Asian Summer Monsoon (EASM) precipitation during the Holocene is one of such examples. The Yangtze River catchment is particularly sensitive to periodic flooding and droughts caused by temporal and spatial variations in the seasonal precipitation regime.

As a joint research project with Nanjing Normal University, we conducted Yangtze Delta drilling to reconstruct temporal and spatial changes in precipitation within the Yangtze River drainage during the Holocene. Core YD13-1 (31°02' 59.9250" N, 122°50'00.2538" E) was recovered from Yangtze subaqueous delta at a water depth of 37 m, its penetration depth is 39.5 m, and probably covering the entire Holocene. The project focus on decadal/centennial-scale variability of river discharge and its provenance in the lower Yangtze reaches, deltaic system and East China Sea (ECS). It includes the study of the reconstruction of the flood history, the variability of fresh-water input and redistribution of Yangtze-derived sediments and Holocene floodplain development in these areas.

A new tool that use of electron spin resonance (ESR) signal intensity of the E1' center and the crystallinity index (CI) of quartz is introduced to characterize the provenance of the Yangtze River Delta sediments, which were derived from various parts of the Yangtze River drainage, and its temporal changes that should have reflected the spatio-temporal changes in precipitation and flooding. The result will contribute to a more accurate understanding of the changes in spatial precipitation pattern associated with rapid climatic changes, of evolution of the lower Yangtze river-delta-shelf system, and of the environmental and climatic conditions under which the process took place. Our previous research result from the mudbelt core in ECS suggests possible scenarios for the response of the Yangtze catchment to the changes in monsoon intensity and extreme events. New analytical result of the provenance proxy for core sediments from Yangtze River Delta will be presented and possible scenario will be discussed.



## 石英の ESR 信号強度と結晶化度に基づく揚子江流出堆積物の混合比推定 Estimating mixing ratio of the sediments from tributaries in the sediments from Yangtze River mouth

齋藤 京太<sup>1\*</sup>; 多田 隆治<sup>1</sup>; Zheng Hongbo<sup>2</sup>; 入野 智久<sup>3</sup>; Chao Luo<sup>4</sup>; Mengying He<sup>4</sup>; Wang Ke<sup>3</sup>; 鈴木 克明<sup>1</sup>  
SAITO, Keita<sup>1\*</sup>; TADA, Ryuji<sup>1</sup>; ZHENG, Hongbo<sup>2</sup>; IRINO, Tomohisa<sup>3</sup>; CHAO, Luo<sup>4</sup>; MENGying, He<sup>4</sup>; WANG, Ke<sup>3</sup>; SUZUKI, Yoshiaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大・理・地惑, <sup>2</sup>Nanjing Normal University, <sup>3</sup> 北大・地球環境科学, <sup>4</sup>Nanjing University

<sup>1</sup>EPS, Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>Nanjing Normal University, <sup>3</sup>Hokkaido University, <sup>4</sup>Nanjing University

中国を流れる揚子江は全長 6300km, 流域面積は約 200 万キロ平方メートルにおよぶ東アジア最大の河川である。流域の雨季は夏季モンスーンの発達に伴う前線によりもたらされ, 前線が流域のどこで停滞するかにより降水域が変化する。従って, 夏季モンスーン降水の長期的な挙動を明らかにするには, 1 地点での降水の時系列変動だけではなく, 空間分布の変動も知る必要がある。

気象観測記録以前の降水量の時空変動を復元するには, 古気候記録を用いることとなる。揚子江においては流出する堆積物の 95%以上は懸濁粒子であり, 流域の降水量と水流出量, 水流出量と堆積物流出量の間には, それぞれ正の相関がある。そこで, 河口部における堆積物の供給源変化は降雨地域の変動を反映し, 堆積物中の碎屑物の供給源とその変動の復元から, 流域内での降水分布とその変動が推定できると期待される。そして, そのためには供給源を推定する指標が必要となる。

本研究では, 揚子江流域における過去の降水分布の時間・空間変動を石英の ESR 信号強度を用いて復元するための基礎として, 1) おもな支流から流出する石英粒子の ESR 信号強度を分析して, それが流域の基盤岩の年代を反映することを確認する。そしてその結果を基に, 2) これらの値が現在の本流における懸濁物の混合を説明しうることを検証した上で, 3) 特定の支流域での増水を仮定し, どの程度の規模の増水であれば河口における ESR 値の変化として検出可能であるか, 堆積物の収支計算の方法も含めて議論する。

揚子江の主要な支流から採取した堆積物を分析した結果, 石英の ESR 信号強度により各支流に由来する碎屑物粒子が区別され, 流域の基盤年代から推定される ESR 値と整合的であることが示された。

この結果を基に, 支流の ESR 値を端成分とし, 各支流から本流への碎屑物流入量を元に河口部の堆積物における ESR 値を推定したところ, 実際に本流の堆積物を分析して得られた値と整合的な結果が得られた。よって石英の ESR 信号強度は堆積物の混合比を推定するための指標として用いられることが示された。

次に, 上流部または中流部の特定の支流での堆積物流出量の増加を仮定して河口部の ESR 値を計算し, 河口における ESR 値の変化として検出しうる増水の規模を推定した。その結果, 平常時の 5 倍に相当する懸濁物が上流部あるいは中流部から流出した場合, 河口部で採取される懸濁物の ESR 値の変化としてその供給源の検出が可能であると考えられる。

## 揚子江流域における化学風化と懸濁物フラックスの流域別評価 Evaluation of chemical weathering and sediment flux for several drainages within the Yangtze River basin

久保木 結<sup>1\*</sup>; Luo Chao<sup>3</sup>; 多田 隆治<sup>1</sup>; 齋藤 京太<sup>1</sup>; Zheng Hongbo<sup>2</sup>; 入野 智久<sup>4</sup>; HE Mengying<sup>3</sup>; 王 可<sup>4</sup>; 鈴木 克明<sup>1</sup>  
KUBOKI, Yui<sup>1\*</sup>; LUO, Chao<sup>3</sup>; TADA, Ryuji<sup>1</sup>; SAITO, Keita<sup>1</sup>; ZHENG, Hongbo<sup>2</sup>; IRINO, Tomohisa<sup>4</sup>; HE, Mengying<sup>3</sup>;  
WANG, Ke<sup>4</sup>; SUZUKI, Yoshiaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大・理・地惑, <sup>2</sup> 南京師範大学, <sup>3</sup> 南京大学, <sup>4</sup> 北大・地球環境

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Nanjing Normal University, <sup>3</sup>Nanjing University,

<sup>4</sup>Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

化学風化は、物理侵食と密接に関わりつつ、地形形成を駆動する。また珪酸塩鉱物の化学風化は、約10万年より長いタイムスケールでの炭素循環において、大気中の二酸化炭素を固定する役割を果たしている。従って、化学風化とその制御要因を定量的に評価することで、地形形成における化学風化の役割や長いタイムスケールにおける炭素循環の制御要因を理解することが可能になる。化学風化の制御要因についての研究は、鉱物の溶解・風化実験に基づく理論式の導出や、河川水、懸濁物、堆積物の鉱物・化学組成の観測結果に基づく経験式の導出、またそれらの結果を統合的に説明するためのモデル計算など、様々な手法により様々な時間・空間スケールで行われている。これまでに個別の河川流域についての風化率や侵食率の経験式の導出がなされてきているものの、それらの結果をより一般化するためには、風化・侵食プロセスを物理・化学的に考慮した上で経験式を導出する必要がある。また、こうして明らかにした風化・侵食過程とその制御要因に基づいて過去の化学風化・侵食過程を評価するためには、風化・侵食の最終生成物である堆積物からこうした情報を取り出す方法を確立する必要がある。

このことを見据え、本研究では、中国・揚子江を例に、現行の風化・侵食過程とその制御要因の把握を目的として、試料の採取と分析を行った。揚子江はアジア最長の大河川で、その河川水・碎屑物フラックスは共に世界有数であり、表層の物質循環に及ぼす影響は多大である。加えて、流域には数多くの水文点や気象観測点などが設置されているため、長年観測データが蓄積されている。

2011年夏にこの流域内の複数の地点において採取された河川水と懸濁物および河床堆積物試料を用いて、溶存物質と懸濁物、堆積物の鉱物・主要元素組成分析を行った。この結果と河川水流量および溶存物質・懸濁物濃度から、元素ごとのフラックスを溶存物質と懸濁物の両方について算出し、流域ごとに化学風化と物理侵食の寄与を求めた。さらに、これらの比をとることで、削剥過程に占める化学風化の寄与率を見積もった。その結果、化学風化率は概ね上流から下流に向かい増加するものの、上流の侵食域中では削剥に占める化学風化寄与率が最大になった。また、下流の堆積域中では Poyang Lake との合流後に溶存炭酸塩濃度が一旦低下するがその下流で再び急増している。今回の発表では、こうした特徴に着目しつつ、流域別に風化・侵食プロセスを議論する予定である。



## 調査困難箇所のための水底調査法の開発と海底・湖底地すべりの調査 Underwater topographic survey for inaccessible water areas, and its applications to submarine and sublake landslides

山崎 新太郎<sup>1\*</sup>  
YAMASAKI, Shintaro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北見工業大学  
<sup>1</sup> Kitami Institute of Technology

地すべりや火山、活断層など災害と関連する地形は湖底や海底にも存在する。これらの地上から不可視の地形を把握することは将来的な災害の可能性を考える上でも重要である。一方で、水底の地形は従来、高価で重量のある装置でしか詳細に調査することができなかったために、その導入が困難であった。しかしながら、近年、飛躍的に高性能化した安価で小型の魚群探知機を利用して、浅海域から数百メートルにおよぶ海底までの地形調査が可能になりつつある。このような装置をゴムボートなどの小型船に搭載すれば、座礁の危険性のためにこれまで調査が極めて困難であった0.5 m~2 m程度の浅い水域や沿岸域でも調査が可能であるため、浅海域では従来機以上の汎用性があると言えよう。また、音響反射強度を面的に把握するサイドスキャンソナーに相当する装置を用いれば、底質や構造物などの存在も判定可能である(山崎ほか, 2013)。筆者らはこの方法を用いて、これまでに調査がほとんどなされていなかった、湖や海岸の浅海域の湖底や海底地すべり地形の調査に乗り出している。本発表では、筆者らの調査例と共に、その有用性について紹介する。一つは、北海道の屈斜路湖の調査であり、屈斜路湖では、長さ1 kmにおよぶ湖底地すべりや重力性の陥没地形を発見した。また、1923年の関東大震災で発生し、海中にその一部が没した根府川地すべりの調査を行い、地すべりによって流された海中遺構の分布やその形状を正確に把握することに成功した。特に、屈斜路湖では1923年にM6.0程度の規模の地震(屈斜路地震)に伴って津波が発生しており、この湖底地すべりと津波との関係も議論がされ始めている。

最近では、日本各地の大縮尺の海図が整備されてきており、その等深線図には多数の箇所に陥没や小規模な高まりといった地形的異常が存在する。これらの多くは、海底もしくは湖底の地すべり等によって形成された可能性がある。筆者らの海底・湖底地すべりの調査は、いずれも既往海図において地形的異常箇所に注目し、以上の装置によって精密に調査して明らかになったものである。つまり、これまで考えられているよりも、浅海域や湖沼では、高頻度に海底・湖底地すべりが発生している可能性があり、一部は地震とともに発生して局所的な津波を発生させた可能性がある。水域調査装置の導入が容易になったことで、これらの海底・湖底地すべり調査を一気に進めることができる可能性がある。

### 文献

山崎新太郎・原口強・伊藤陽司(2013) レジャー用魚群探知機を利用した水底地形調査 応用地質 54(5), 204-208, 2013

キーワード: 魚群探知機, 海底地すべり, 湖底地すべり, 浅深測量, サイドスキャンソナー

Keywords: fish finder, submarine landslide, underwater landslide, bathymetric survey, side-scan sonar

## 光ファイバーケーブルを用いた海底面変動および土砂輸送のモニタリングシステムの開発 Development of a monitoring system of bathymetric change and related sediment transport using optic fiber cables

吉河 秀郎<sup>1\*</sup>; 阪口 秀<sup>1</sup>; 芥川 真一<sup>2</sup>; 町島 祐一<sup>3</sup>; 趙 越<sup>3</sup>  
YOSHIKAWA, Shuro<sup>1\*</sup>; SAKAGUCHI, Hide<sup>1</sup>; AKUTAGAWA, Shinichi<sup>2</sup>; MACHIJIMA, Yuichi<sup>3</sup>; YUE, Zhao<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 神戸大学, <sup>3</sup> 株式会社レーザック  
<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>Kobe University, <sup>3</sup>LAZOC Inc.

A development of monitoring system is important for understanding more detailed process of the bathymetric change and sediment transport. At the nearshore zone, to monitor the nearshore features such as sand ripple migration, and the sediment suspension processes, optical back-scatter sensors (Downing et al., 1981), rotary sidescan sonar system (Traykovski et al., 1999), and sand ripple profiler (Masselink et al., 2007) were developed and used. Those systems can provide the very high-resolution morphological change and transportation, but not suitable for investigation of large-scale sediment erosion and deposition generated by high-energy waves in the surf zone. Where change in water depth is large (e.g. more than 1 m) in short span, the systems will be destroyed, lost, or submerged.

In the present study, we developed a new instrumentation for the monitoring of bathymetric change and related sediment transport in the high-energy shallow marine environment using optic fiber cables. The system consists mainly of four components: (1) an array of optical sediment sensors (OSSs); (2) a support structure (steel pipes); (3) an electronics unit that transmit and receive the LED through the optic fiber cables; and (4) a digital data acquisition system. The OSSs are mounted in a vertical steel pipe, 2 m long; and the spacing between the sensors is 10 cm. The steel pipe with OSSs was embedded to the seafloor at two places beneath a pier (427 m long) of Hazaki Oceanographical Research Station (HORS) owned by the Port and Airport Research Institute (PARI) at Sudahama Coast facing the Pacific Ocean, Japan. Both the electronics unit and the data acquisition system were installed in an observation room on the pier. In addition, those points of measurement are aligned perpendicular to the coastline in water depth approx. 4-5 m. Since active sediment transport that creates and deforms the longshore bar have been observed in this area (e.g., Kuriyama, 2010), detailed process of change in the cross section will be acquired by the present systems. In this presentation, we will show the system and data, and discuss those availability and future plan.

**Acknowledgment:** We would like to thank Dr. Satoshi Nakamura and Mr. Masayuki Banno belonging to the PARI for understanding and support of using the HORS, and MIKUNIYA Construction Co., Ltd. for installation work of the pipes. We wish to express our deep gratitude to the above-mentioned individuals and organizations.

**Keywords:** monitoring system, bathymetric change, sediment transport, optic fiber cable

## 海底における津波発生メカニズムと津波記録プロセス New insight of tsunami excitation mechanism and its recordable evidence in deep-sea

川村 喜一郎<sup>1\*</sup>  
KAWAMURA, Kiichiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 山口大学大学院  
<sup>1</sup> Yamaguchi University

東日本大震災は、我々に対して、多くの「津波」の知見をもたらしている。多くの知見を防災に役立てることは、地球科学の使命であり、それは今までの研究の積み重ねに対する挑戦であるかもしれない。この発表では、海底での津波発生メカニズムと海底での津波記録プロセスについて考えたい。

### 津波発生メカニズムの事情

従来の津波発生メカニズムは、弾性反発仮説で説明されていることが多い。つまりこうだ。まず、震源において岩盤が破壊され、次に、その破壊が断層に沿って伝播し、次に、その伝播の海底面付近に到達し、海底面を変形させる。最後に、海底地盤が変動することによって、海水が動き、その動きが海面に伝わることによって、津波が発生する。気象庁のウェブサイトにそのように説明されている。

しかし、東日本大震災では、弾性反発仮説で説明できるものとそうでなさそうなものがある。Satake et al. (2013; BSSA) では、仙台沖の北緯 38 度の従来の津波波源域の他に、宮古沖の北緯 40 度にも津波波源を設定することによって、太平洋沿岸に到達した津波を説明した。北緯 40 度の波源は本震 3.5?4.0 分後に海底地盤が変動したとしている。この北緯 40 度の波源は Ichihara et al. (2013; EPSL) の電磁気調査からも指摘されており、また、1896 年明治三陸地震津波の震源付近に位置し、三陸海底崖の南端でもある。多くのシロウリガイコロニーが 6500m 以深から見つかっており、それらには雁行配列するものも見つかっている (Ogawa et al., 1992; Geology)。現在も活発な活断層が示唆され、それらは横ずれ成分を含んでいるかもしれない。さらに、多くの陸側傾斜の正断層と考えられる反射面が見られ、巨大な海底地すべりが指摘されている (von Huene et al., 1989 など)。この「海底地すべり」という言葉は、本震以後の副次的な海底地盤変動を連想させ、Satake et al. (2013) の解析結果をうまく説明できるのかもしれない。

以上のことから、現段階では、津波発生メカニズムが弾性反発仮説のみで説明できるか否かの検証はできないと思われる。ただし、忘れてはならないこととして、地震のラプチャによる弾性反発のみが津波を生む訳ではない、ということがある。地震が予知できたからと言って、必ずしも津波が予知できる訳ではない、ということでもある。津波の規模も発生場所もタイミングももしかしたら地震とは独立したプロセスである可能性も現段階において否定できないのである。

### 津波記録プロセスの事情

津波は、深海底に地層として記録された (Arai et al., 2013; Geology)。これは仙台沖に展開されていた地震計・津波計の解析によって得られた堆積学の新しい知見である。一方で、より北の三陸沖や八戸沖の深海底にはそういった痕跡が明瞭に残されているわけではない。今後の綿密な調査により、深海底に堆積した津波起源の堆積層の分布域が明らかになり、それにより、過去に保存された深海底の津波堆積層の分布域から、津波規模を推測するための足がかりが得られるのかもしれない。そのために、池原 (2011; 堆積学研究) で指摘されるように、その保存過程は最重要研究課題だろうと思われる。

津波堆積作用との因果関係はまだないが、原発事故によって拡散された放射性同位体が春のプランクトンブルームによって海底に急速沈降し、固定されたことが Oguri et al. (2013; Scientific Reports) で指摘されている。R/V SONNE による堆積物コアからは、CCD 以深の深海底から石灰質ナノの濃集層が数枚見つかっている。上記 2 例は、未だ未解明の点が多いが、原発事故や津波による陸源物質の拡散により、海洋表層環境が変化し、それによって生物の生産性が変動することは考えられることであり、地震や津波イベントを地層記録として残す可能性があるだろう。

キーワード: 日本海溝, 東日本大震災, 津波, 地震, 堆積物, 潜水船  
Keywords: Japan trench, 2011 Tohoku-Oki earthquake, Tsunami, Earthquake, Sediments, Submersible

## 細粒タービダイトの堆積と保存 Deposition and preservation of fine-grained turbidites around the Japanese islands

池原 研<sup>1\*</sup>; 宇佐見 和子<sup>1</sup>; 西田 尚央<sup>1</sup>  
IKEHARA, Ken<sup>1\*</sup>; USAMI, Kazuko<sup>1</sup>; NISHIDA, Naohisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門  
<sup>1</sup> Geological Survey of Japan, AIST

日本周辺海域における浅海から深海底に認められる地震起源、津波起源、洪水起源の細粒タービダイトの堆積構造について紹介し、その堆積過程について議論する。また、付随する海底地すべり起源の堆積物についても考察する。三陸沖での3年間の経年変化から、細粒タービダイトの保存ポテンシャルについて検討し、地層として残されやすい場について検討する。

キーワード: タービダイト, 地震, 津波, 経年変化, 堆積構造, 堆積過程

Keywords: turbidite, earthquake, tsunami, preservation potential, sedimentary structure, depositional process



## 現・潮間帯堆積物と 1703 年・1923 年関東地震で隆起した段丘堆積物の比較——微地形分類の重要性—— Comparison between the Tidal Zone Deposits and the Terrace Deposits Emerged in the 1703 and 1923 Kanto Earthquakes

金 幸隆<sup>1\*</sup>; 萬年 一剛<sup>1</sup>; 捧 一夫<sup>2</sup>; 熊木 洋太<sup>3</sup>; 松島 義章<sup>4</sup>

KIM, Haeng yoong<sup>1\*</sup>; MANNEN, Kazutaka<sup>1</sup>; SASAGE, Kazuo<sup>2</sup>; KUMAKI, Yohta<sup>3</sup>; MATSUHIMA, Yoshiaki<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所, <sup>2</sup> パスコ, <sup>3</sup> 専修大学, <sup>4</sup> 神奈川県立生命の星・地球館

<sup>1</sup>Hot Springs Reserch Institute of Kanagwa Prefecture, <sup>2</sup>PASCO, <sup>3</sup>Senshu University, <sup>4</sup>Kangawa Prefecture Museum of Natural History

関東地震の震源域では、隆起海岸が発達しており、関東地震の履歴について研究がなされている。その研究の多くは、主として房総半島を対象としており、同じように重要な三浦半島では、関東地震の履歴と上下変動量の情報は 1703 年および 1923 年の 2 つの地震に限られている。古地震の発生履歴を解明するためには、堆積物を調べる必要がある。

三浦半島では更新世海成段丘を開析する沖積谷の中に、完新世の海成・河成の堆積層が分布し、その堆積面が隆起・陸化して形成された海成段丘が分布する。こうした堆積物を伴う段丘は、古地震の年代および上下変動量を解明する上で重要であると判断される。

本研究は、半島南部の毘沙門湾沿いの沖積谷の中に分布する段丘を分類し、ボーリング調査を行った。堆積物の分析から、段丘の形成過程を解釈し、古地震との関係について検討する。段丘堆積物の堆積環境を理解するために、現世の干潟の側線上 11 地点で堆積物を 2.5~5.4 kg 採取し、粒度分析を実施した。現干潟と段丘の堆積物について、比較を行う。これらの結果、以下のことが明らかとなった。

1. 1946 年米軍撮影の縮尺 4 万分の 1 の空中写真の判読と 1921 年測量の縮尺 1/25,000 の地形図の読図より、海成段丘および河成段丘を詳細に分類した。平均潮位から海拔 10 m までの間に、海成段丘が 7 段分布している。ここでは、段丘面を低位より高位の順に L1 面から L7 面とよぶ。

2. 段丘面は海岸線にほぼ平行に分布するほか、おぼれ谷状に内陸に入り込む形態を呈し、おぼれ谷を埋めた海成・河成の堆積面が陸化したものであり、また、その堆積面と連続する岩石海岸の侵食面からなると判読した。また 1946 年の海岸線は、現在の海岸線とほぼ同じ位置に分布しているが、1921 年の地形図に描かれた海岸線は内陸側に最大約 20 m ほど前進している。これは 1923 年の関東地震の隆起によって、毘沙門湾奥の海底が陸化し、海が相対的に海退したものと判断する。以上のように、空中写真判読と地形図読図に基づく、L 1 面は 1923 年の地震の隆起で陸化した段丘面である。なお 1921 年の地形図の海岸線の位置は、1946 年の写真で判読された L1 面と L2 面の境界線にほぼ一致している。

3. 開発が進み、沖積谷の中は耕作土が埋められている。そこで、毘沙門湾の西奥に分布する沖積谷とその支谷で、深さ 2~5 m のボーリング調査を 9 地点で実施した (4 地点については、2 ヶ月前に掘削したばかりである)。その結果、耕作土は厚さ 1~2 m あり、その下からウミナ Batillaria multiformis、真牡蠣 Crassostrea gigas どの貝化石を含む砂礫層や有機質の砂泥層が堆積している。こうした潮間帯の貝化石のほか、木片や貝殻片が含まれ、泥の量も多いことから、これらの貝片砂礫層・貝片砂泥層は毘沙門湾の入り江の湾奥に堆積した干潟の堆積物であると判断する。川の流出口付近とそこから 180 m 上流に分布する L1 面および下流部の支谷で認められた L3 面の調査地点では、干潟層の上に河成の砂礫層が堆積している。こうした段丘堆積物の層相は、現在の干潟の堆積物のそれとかなりよく相似している。

4. 海成層の堆積面から、L 1 面は M.S.L.+0.8 m~1.3 m、L2 面は M.S.L.+1.5 m~2.1 m、L3 面は M.S.L.+3.7 m に分布する。これらの段丘面が地震性隆起によって生じたものであれば、段丘面の高度はおよそ関東地震の隆起量と地震間の沈降量の累積合算値を示す。陸地測量部 (1926) の三等三角点の改測に基づく、毘沙門湾の周辺の隆起量は約 1.2~1.3 m であるため、標高 2.1 m の段丘面が 1923 年の地震で段化・陸化したのではなく、1923 年のひとつ前の地震で陸化した可能もある。また L 1 面および L2 面の堆積面の高度は、岩礁に付着するカンザシゴカイの化石の高度から推定された 1923 年と 1703 年の隆起量 [西畑・他 1988; 宍倉・越後、2001] ととも、ほぼ一致する。

5. 毘沙門湾は沖積谷の河口に形成された入り江であり、同湾の湾奥には小さな河口干潟が形成され、干潟には沖積谷から (小川) が流れ込む。砂や礫は、小川から運搬されたと判断される。砂や泥は、潮汐に伴った海の流れによって、干潟の堆積面の上を往復し、堆積した。そのため、干潟の堆積物は、雑多な堆積物からなると判断される。大礫は M.S.L.+0.8~-0.05 に認められ、低潮線側では認められない。中礫 (小) の量は M.S.L.-0.3~-0.4 m よりも低潮線側では急激に減少する。平均潮位線よりも低潮線側では、泥・中粒砂の細粒物の量が急激に増えていた。さらに、段丘堆積物との関係を検討していく。

キーワード: 関東地震, 古地震履歴, 沖積谷, 段丘堆積物, 干潟堆積物, 三浦半島



---

HCG37-P01

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 30 日 18:15-19:30

Keywords: Kanto Earthquake, Paleo-earthquake Record, Terrace Deposits, Tidal-flat Deposits

## 新第三系中新統陸成層における堆積盆地内の古土壌を用いた河川地形の復元 The paleosols and topography of sedimentary basin relationships in the upper Miocene Clay deposit, central Japan

葉田野 希<sup>1\*</sup>; 吉田 孝紀<sup>2</sup>

HATANO, Nozomi<sup>1\*</sup>; YOSHIDA, Kohki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院理工学系研究科, <sup>2</sup> 信州大学理学部地質科学教室

<sup>1</sup>Division of Science and Technology, Graduate School of Shinshu University, <sup>2</sup>Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University

堆積盆地における河川地形の古環境復元には、チャンネルやレヴィー、クレバススプレーなどの堆積物記録が利用され、碎屑物の浸食・運搬・沈積過程が検討される。しかし、このような堆積物記録には、非常に狭い範囲かつ短期間の水理環境しか保存されていない。なぜなら、陸成層の堆積盆地では、碎屑物がチャンネル内部や湖沼などの限られた地域で短期間のうちに堆積するのに対し、浸食や古地表面での風化が広い河川地形内で長期間進行しているためである。古土壌には、このような風化環境の様々な記録が保存されており、特に堆積物供給量や排水条件がそれらの形成に反映される(Kraus, 1999)。したがって、古土壌は、堆積盆地内における詳細な古環境復元に有用なツールといえる。そこで、本研究では、新第三系中新統の陸成層である土岐口陶土層を対象とし、堆積相解析と古土壌学的視点から小堆積盆地内の地形・風化環境を検討した。

調査地点は、岐阜県多治見市の菱屋鉱山と同県土岐市の中山鉱山である。両鉱山に分布する新第三系は、土岐口陶土層堆積時の基底高度分布図(陶土研, 1999)によると、同堆積盆地内で堆積していたと考えられる。また、菱屋鉱山は堆積盆地の縁辺部、中山鉱山は堆積盆地の中央部に相当する。堆積相解析の結果、盆地縁辺部には、砂質河川、低粘性のデブリーフロー堆積物などの粗粒な堆積物が卓越する。盆地中央部には、そのような粗粒な堆積物は分布せず、粘土からなる湖性の堆積物が卓越し、約2m厚の基質の少ない沼沢地性の亜炭層が堆積している。古土壌層は、盆地の縁辺部でも中央部でも20枚前後に達する。ただし、盆地縁辺部では、古土壌層を密に挟むのに対し、盆地中央部では間欠的に挟むという層序学的な分布密度の違いが認められる。また、盆地縁辺部では、赤褐色の土色を呈する比較的酸化的な土壌環境を示す古土壌層位のタイプが認められるのに対し、盆地中央部では、シデライトノジュールを産し青灰色の土色を呈する比較的還元的な土壌環境を示すタイプが認められる。また、最もよく発達した古土壌層には、太さ50cmの樹幹化石や長さ150cmの根化石が産出し、層厚100cmで明瞭に土層分化した古土壌層位が発達することから、灌木林が茂っていたことが予想される。これら良く発達した古土壌層は、盆地縁辺部でも中央部でも、湖の堆積物に挟まれる形で発達する。したがって、明瞭な古土壌層位は、盆地内の位置に関わらず湖が干上がった後に形成され、その後氾濫原での粗粒な碎屑物の供給がなされないまま、湖での堆積が進行したと考えられる。

本研究の結果より、盆地縁辺部で粗粒なチャンネル堆積物やデブリーフロー堆積物が認められ、盆地中央部で粗粒な堆積物が少なく細粒な湖沼性堆積物が卓越するという堆積相の違いが認められる。これらは、盆地縁辺部から盆地中央部へと、碎屑物の供給源から堆積場が遠ざかっていることを反映していると考えられる。また、盆地縁辺部と盆地中央部での古土壌層の層序学的な分布密度の差違は、粒度の違いによってもたらされる排水条件の違いを反映していると考えられる。また、盆地縁辺部と中央部に共通して、湖での堆積が進行する期間とそれらが干上がり灌木林が茂る期間の、水理条件が大幅に異なる期間が繰り返される。この水理条件の変動は、土岐口陶土層の堆積盆地全域での環境変動に関連し、土石流が頻繁に発生したことによる水流のせき止めによって引き起こされたものと考えられる。

### 文献

Kraus, M.J., 1999. *Earth-Science Reviews*, 47, 41-70.

陶土団体研究グループ, 1999. *地球科学*, 53, 291-306.

キーワード: 古土壌, 中新統, 陸域環境, 土岐口陶土層, 堆積相解析

Keywords: paleosols, Miocene, terrestrial environment, Tokiguchi Porcelain Clay Formation, sedimentary facies analysis

## 画像を用いた年縞堆積物の時系列化手法の一例 Applications of a method to detect varved sediments

佐々木 華<sup>1</sup>; 石原 与四郎<sup>1\*</sup>; 齋藤 めぐみ<sup>2</sup>; 小松原 純子<sup>3</sup>  
SASAKI, Hana<sup>1</sup>; ISHIHARA, Yoshiro<sup>1\*</sup>; SAITO-KATO, Megumi<sup>2</sup>; KOMATSUBARA, Junko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 福岡大学理学部, <sup>2</sup> 国立科学博物館, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>Fukuoka University, <sup>2</sup>National Museum of Nature and Science, <sup>3</sup>Geological Survey of Japan / AIST

湖成堆積物からは、高解像度の古環境記録が得られることが明らかになっている。特に年縞堆積物は、年単位での記録が得られることから古くから多くの解析が行われてきた。年単位での情報を得るためには、少なくとも一年ごとの境界を見出し、たとえば層厚やその中に含まれる微化石などを解析する必要がある。また、年代軸を決定する上でこれらの認定や計測は可能な限り客観的な方法が望ましい。

このような年縞の境界の認定・計測方法には、たとえば、(1) 目視による測定、(2) 画像を利用した測定がある。このうち、(2) には、写真画像、軟 X 線画像、元素マッピング画像等を用いることができ、更に数値化においては (A) しきい値を用いる方法、(B) Wavelet 解析を用いる方法、(C) 波形処理を行う方法等がある。目視による測定は、人為的な誤差や判定基準の難しさがある一方、画像を利用した方法でも特に境界の認定に関わる様々な問題が指摘されている。たとえば、しきい値を用いる方法ではどの層準でも一定の基準を用いることができないこと、Wavelet 解析では分解能が十分で無いこと、波形処理ではノイズに弱いこと、等である。

本研究では、縞状堆積物の葉理境界を認定する手法として、以下のような手順を試みた。すなわち、(1) 画像の平滑化、(2) 画像濃淡 (たとえば明度) の傾斜面の認定、(3) 画像濃淡の振幅の中間値の取得、(4)(2)、(3) の組み合わせで境界の認定を行う、である。その結果、目視で認定した葉理境界と近い認定がなされた上、葉理内部の情報 (たとえばある葉理内の軟 X 線透過率) も得ることができた。これらの境界を読むことで年縞の時系列を得ることができ、年縞を用いた多くの周期性の解析では単に層厚の時系列を検討した例が多いが、本研究の手法を用いることで洪水堆積物の自動認定や迅速な時系列化が可能となる。

キーワード: 年縞, 画像解析, 時系列, 軟 X 線, 珪藻土

Keywords: varved sediments, image analysis, time-series, soft-X ray, diatomite

## 岡山県中期更新統蒜山原層の湖成縞状珪藻土の年縞に認められる周期性と洪水・崩壊イベント Depositional cycle and flood and slope-failure events in an 8,000-yr varve of Pleistocene Hiruzenbara Formation, Japan

佐々木 華<sup>1\*</sup>; 石原 与四郎<sup>1</sup>; 齋藤 めぐみ<sup>2</sup>; 成瀬 元<sup>3</sup>  
SASAKI, Hana<sup>1\*</sup>; ISHIHARA, Yoshiro<sup>1</sup>; SAITO-KATO, Megumi<sup>2</sup>; NARUSE, Hajime<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 福岡大学理学部, <sup>2</sup> 国立科学博物館, <sup>3</sup> 京都大学理学部  
<sup>1</sup>Fukuoka University, <sup>2</sup>National Museum of Nature and Science, <sup>3</sup>Kyoto University

年縞堆積物から過去の環境変動を抽出する試みは、時代や場所を問わず、多くの例がある。岡山県真庭市蒜山原高原に分布する蒜山原層は、中期更新統の湖成層で、ほとんどが純粋な珪藻土からなる年縞堆積物を含む。この年縞堆積物からは、太陽活動の周期に対応する年縞層厚の変化が得られている上(石原・宮田, 1999)、洪水・崩壊のイベント堆積物が多く挟まれることも明らかになっている。本研究では、蒜山原層の縞状珪藻土を対象として、年縞が明瞭な層準ほぼすべてに対して画像解析を用いた年縞の時系列化手法を適用し、約8000年の年縞層厚、葉理の明度、葉理内の明度の分散の時系列を得た。また、洪水堆積物・崩壊堆積物の認定も行い、これらの挟在頻度を明らかにした。そしてそれぞれ時系列解析を行った。

得られた年縞層厚の時系列には、大局的には1000年~2000年の長期的な変動が認められた。年縞のうちの淡緑色部は、上位にゆくにしたがって明瞭な層厚を増加させる。一方、これらの時系列に対してFFTやWavelet解析による周波数解析を行った結果、8~12年、20年前後、30~35年の周期が卓越することが明らかになった。これらの周期は、石原・宮田(1999)やMasuda et al. (2004)でも得られている。得られた周期のうち、8~12年、20年前後年はしばしば太陽活動の周期に、35年は湖面変動の周期に対応するという報告が多い。しかしながら、いずれの周期も安定して存在しないという点は、年縞を顕微鏡で計測した石原・宮田(1999)やMasuda et al. (2004)と同様である。

年縞堆積物に挟在する洪水堆積物は、8000年間で約147層が認定された。これらは高頻度の部分と低頻度の部分があるのが見てとれ、それらは全層準で数回繰り返す。平均層厚は2mm程度と薄い。一方、崩壊堆積物は、全層準で33層得られた。これらは解析層準の上部と最下部は低頻度で、下部は高頻度であるが、洪水堆積物のような頻度の増減の繰り返しは無い。平均層厚は5.5mm程度である。

洪水堆積物が高頻度に挟在する時、年縞の平均層厚が薄い傾向のある層準、もしくは局所的に平均層厚が厚くなる層準が数カ所認められる。また、挟在頻度の少ない検討層準上部は年縞の平均層厚が厚い。これは洪水の発生頻度もしくはその時の気候条件が珪藻の生産量(葉理の厚さ)に影響を与えていた可能性を示唆する。また、洪水堆積物が高頻度に挟在する時、前述の周期性は認められなくなることがある。崩壊堆積物の挟在頻度は、年縞堆積物の層厚や明度やその周期性との関係は明瞭ではなく、湖底斜面の崩壊は湖の成長・発達に関わるローカルな現象の反映である可能性を示唆する。

キーワード: 縞状珪藻土, 年縞, 画像解析, 洪水堆積物, 崩壊堆積物, 太陽活動

Keywords: Banded diatomite, Varve, Image analysis, flood deposit, slope-failure deposit, Solar activity



## 宮崎平野南部, 島山地域における 1662 年寛文日向灘地震による沈降と堆積環境の変化 Subsidence and a change of depositional environment by the 1662 Hyuganada earthquake in southern Miyazaki Plain

生田 正文<sup>1\*</sup>; 佐藤 善輝<sup>1</sup>; 丹羽 正和<sup>1</sup>; 鎌滝 孝信<sup>2</sup>; 黒澤 英樹<sup>3</sup>; 高取 亮一<sup>4</sup>  
IKUTA, Masafumi<sup>1\*</sup>; SATO, Yoshiki<sup>1</sup>; NIWA, Masakazu<sup>1</sup>; KAMATAKI, Takanobu<sup>2</sup>; KUROSAWA, Hideki<sup>3</sup>; TAKATORI, Ryoichi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup> 秋田大学, <sup>3</sup> 応用地質株式会社, <sup>4</sup> 株式会社地圏総合コンサルタント  
<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Akita University, <sup>3</sup>OYO Corporation, <sup>4</sup>Chi-ken Sogo Consultants Co.,Ltd.

宮崎平野は、これまでに日向灘や南海トラフで発生した巨大地震によって繰り返し被害を受けてきた。このうち、日向灘では M7 クラスの地震が 1909 年から 1984 年までの間に 6 回発生した地震活動が活発な領域であり、1968 年日向灘地震 (M7.5) では津波が宮崎平野にも到達した。1909 年以前にも、寛文日向灘地震 (1662 年, M7.5~7.8) や明和日向灘地震 (1769 年, M7.5~8)、明治 32 年の日向灘地震 (1899 年, M7.1) などによる被害記録が残されている (宇佐美ほか, 2013)。他方、宝永南海地震 (1707 年, M8.6) や昭和南海地震 (1946 年, M8.0) などの南海トラフを震源とする地震でも、津波が到達している (宇佐美ほか, 2013)。近年、南海トラフの巨大地震モデル検討会 (2012) によって最大クラスの地震・津波想定で震源断層域に新たに日向灘を含めるモデルが示されるなど注目が集まっているが、日向灘を震源とする巨大地震については、その影響範囲や規模などに関する研究事例が少なく、未解明な点が多く残されている。

日向灘で発生した最大規模の地震である 1662 年寛文日向灘地震では、文書記録から大きな被害や地変が起きたと推定されている (羽鳥, 1985)。宮崎平野南部の大淀川や加江田川の河口付近では高さ 4~5 m の津波が到達し、地盤が約 1 m 沈降したと見積もられている。加江田川河口部に位置する島山地域では、この時発生した地盤の沈下によって入江が形成され、地震から 27 年後に作成された『元禄二年日向国那珂郡南方村絵図』にもその様子が描かれている。その後、入江は河川から供給される土砂によって埋積され (木花郷土誌編集委員会, 1980)、享保年間 (1716~1735 年) の干拓を経て、現在は水田となっている (宮崎市史編纂委員会, 1978)。このように、文書記録や絵図からは島山地域において地震に伴う急激な地形や堆積環境の変化が生じたと想定されるが、これまでに地質学的データからその実態を検証した事例はなかった。

そこで本研究では、島山地域を対象として人力打込み式採土器およびボーリングによる地質調査を行うとともに、採取したコア試料を用いて微化石や化学成分について分析を行い、沈降域周辺の堆積環境の復元を試みた。島山地域の浅層部堆積物は大きく 4 層に区分される (下位から順に A-D 層と呼ぶ)。A 層は火山軽石に富む砂~シルト層で、炭質物の挟在する灰色シルト及び細~中粒砂の互層からなる。内陸側の掘削地点では、シルト層中に層厚約 1~15 cm の白色火山軽石層を複数枚挟在する。B 層は保存のよい巻貝や貝殻片を多く含む泥~砂層で、灰色~灰茶色シルトの互層からなる。B 層は標高-1.5 m 付近で A 層を覆って堆積する。基底付近の層厚約 15~40 cm は生物擾乱の発達する黒~濃灰色を呈する泥質な細粒砂層で、砂の偽礫や 1 mm 以下の貝の破片、火山岩片を含む。また、海側の地点では植物片や炭質物を多く含む傾向がある。C 層は標高-0.5~0 m 付近の灰色シルト~砂層で、シルト層を主体として細~中粒砂や炭化植物片が濃集する層を複数枚挟在する。D 層は標高 0 m 付近~地表までの堆積物で、表層約 20 cm の人為的な耕作土層とその下位のシルト~細粒砂層からなる。

珪藻分析の結果、A 層では淡水性付着性種の *Cymbella turgidula* や *Gomphonema parvulum* を多産し、やがて珪藻化石をほとんど産出しなくなるのに対して、B 層では *Cocconeis scutellum* や *Thalassionema nitzschioides* などの汽水~海水生種が優占的に産出する。また、堆積物の吸着水分析では、B 層基底を境として、K, Ca, Na, Mg および  $\text{SO}_4^{2-}$  など海水中に多く含まれる成分の濃度が急激に増加している。さらに、堆積物の粒度や貝化石の有無などにも B 層基底を境として差異が認められた。以上の分析結果は、B 層基底標高を境として、淡水湿地から干潟・内湾へと堆積環境が急激に変化したことを示唆する。

得られた年代測定値から見積もった堆積年代の暦年較正值は、沈降以前の淡水環境の堆積物 (A 層) が AD1445~1595 年頃、沈降によって生じた入江を埋積した海水~汽水環境の堆積物 (B 層) が AD1549~1771 年頃、その上位のシルト~砂からなる汽水~海水環境の堆積物 (C 層) が AD1651~1771 年頃となる。この結果は、B 層基底標高を境とする堆積環境の変化が 1662 年寛文日向灘地震に伴う地殻変動に対応するものであることを示す。

これらの結果をもとに、本講演では、地震の沈降による堆積環境の変遷について、これまでの研究で明らかになったことを速報として紹介する。

キーワード: 日向灘地震, 宮崎平野, 堆積環境

Keywords: Hyuganada earthquake, Miyazaki Plain, depositional environment