

ターミナル海盆に記録された地震性タービダイトの微細堆積構造の研究

2016年3月 地球海洋環境学分野 47146607 奥津なつみ

准教授 芦寿一郎

キーワード：混濁流，帯磁率異方性(AMS)，X線CT，イベント性堆積物

1. はじめに

海溝型巨大地震が、どこで、どのくらいの規模で、どのくらいの頻度で発生してきたのかを知ることは、将来の地震・津波に伴う災害を軽減するうえで非常に重要である。この地震の発生履歴・発生場所といった情報の取得には古文書や遺跡の調査、堆積物の分析などが挙げられる。しかし、古文書や遺跡から得られる情報は時間を遡るほど乏しくなり年代的に限られる。したがって、より古い地震履歴の解明には堆積物の分析が必要となる。特に、海域は海溝型巨大地震の発生域に位置するため、海域の堆積物は古地震の高精度な位置情報を含むと言える。海域の堆積物を用いた地震履歴の推定には、タービダイトの分布と年代が一般的に用いられている(Adams, 1990; Polonia et al., 2013 など)。ここで、タービダイトとは洪水や斜面の崩壊によって土砂と海水(湖水)が混じり合ったものが重力に従い斜面を流れ下り、やがて勢いを失い堆積した地層のことを指す。ただし、混濁流は地震動だけでなく洪水などによっても発生するため、地震性タービダイトの認定には陸からの直接的な土砂供給のない地点での採泥を用いるなど注意を要する(Goldfinger, 2011)。このような陸からの堆積物の直接的な流入がない場所では顕著な砂層の堆積を伴わない場合が多いため、最近では泥質タービダイトを用いた地震履歴研究が注目されている。しかし、泥質タービダイトは通常時に堆積している半遠洋性堆積物との判別が困難である(Goldfinger, 2013)。このような泥質物質からなる地震性堆積物がどのような構造的特徴を有しているかの知見の蓄積が必要であるが、情報の収集・吟味が未だ十分ではない。

本研究では、泥質地震性タービダイトに着目し、その特徴を総合的に理解することを第一の目的とする。タービダイトには地震以外の成因のものも含まれるため、まずは地震動によって引き起こされたことが確実な泥質タービダイトをもとに上記の情報を得る。また、形態および定量的データより求められた微細堆積構造の特徴を、同じ地点で得られた、より長い(より昔の記録を保存していると考えられる)試料に適用し、その試料における地震性タービダイトの分布に関する考察を試みる。

2. 研究試料と手法

本研究では学術研究船「新青丸」KS-14-8 航海において、紀伊半島南東沖の小海盆より採取された長さ46cmのマルチプルコアと長さ6.7mのピストンコアを用いた(図1, 2)。試料採取地点は、熊野沖の付加プリズムと前弧海盆の間に位置し、陸からの土砂の供給を受けない小海盆である。水深は2372mで東北東-西南西に伸び、周囲より大きく凹んでおり、流入した土砂が再び流れ出すことのないターミナル海盆である。採取されたマルチプルコアのセシウム137と過剰鉛-210濃度の分析から、上部17cmの泥質層は2004年紀伊半島南東沖地震の際に堆積したものと報告されている(芦ほか, 2015)。

分析は肉眼観察や X 線 CT スキャンに加え，帯磁率異方性，岩石磁気，古地磁気，電気比抵抗，粒度分析を行った。

3. 結果および考察

2004 年紀伊半島南東沖地震時に溜まった泥質の地震性タービダイトは，シルト質の葉理部と，それを覆う無構造の厚い泥層からなる。また，この一連の地震性堆積物の直下の堆積層は，もともとの葉理が現在の海底面に対して著しく斜交する複雑な形状を示しており，地震時，おそらく 2004 年の地震による震動変形を示す。これらの構造は X 線 CT 画像を通して明らかになったもので，泥質タービダイトの研究では X 線 CT スキャナーの利用が不可欠と言える。

タービダイトの葉理部では帯磁率の上方への減少がみられた。これは地震動によって生じた混濁流が減衰しながら粒子を沈降させる一連の流れを反映しており，混濁流の規模と堆積物供給を理解するうえで重要な情報といえる。また，残留磁気測定による磁北の復元と帯磁率異方性測定による粒子配列の推定の結果から導き出された古流向は，ターミナル海盆を囲む斜面の方向と良い対応を示す。古地磁気・岩石磁気測定は堆積過程の推定に有用な解析であると言える。

ピストンコア試料においては，マルチプルコア試料と類似の堆積構造を確認した。火山灰の同定や有孔虫による年代決定の結果，個々のタービダイト層の間隔が南海トラフにおいてこれまでに知られている地震の発生間隔と概ね一致することが分かった。このことから，本研究の対象海域であるターミナル海盆では，南海トラフにおける地震イベントの全てを記録している可能性があげられる。各層の詳細な年代決定を行うことにより，有史以前といった，従来よりも古い年代の地震履歴を明らかにでき，地震災害軽減のための基礎的情報を提供できるものと考えられる。

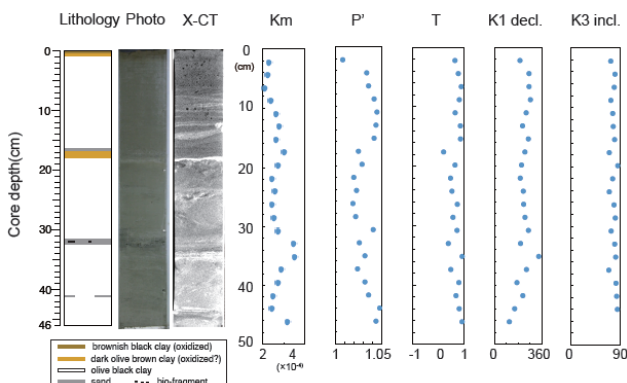


図 1. KS-14-8 航海で得られたマルチプルコア試料の測定結果。左より柱状図，コア写真，X 線 CT 画像，帯磁率異方性測定結果

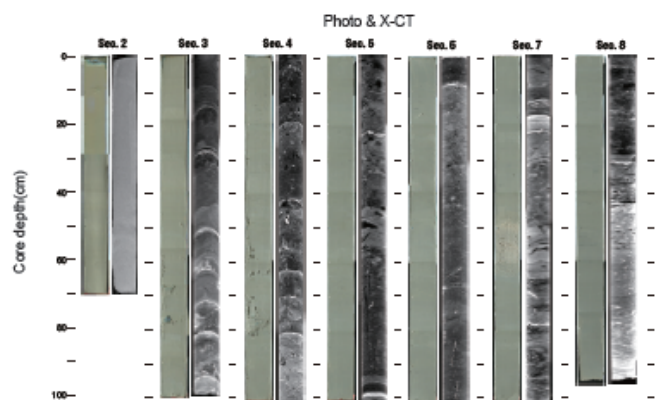


図 2. KS-14-8 航海で得られたピストンコア試料のコア写真，X 線 CT 画像

引用文献

Adams, J., *Tectonics*, 9, 569-583 (1990); 芦ほか, *地球惑星科学連合大会要旨*, SCG64-P1 (2015); C.Goldfinger, *Annu. Rev. Mar. Sci.* 3:35-66(2011); C.Goldfinger et al., *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2109–2146 (2013); Polonia, A., et al., *Eos Trans. AGU*, 83(21), 235–236 (2013)

Study on sedimentary micro-structure of seismogenic turbidites recorded in a terminal basin

Mar.2016 Global Marine Environment 47146607 Natsumi Okutsu

Associate Professor, Juichiro Ashi

Keyword: turbidity current, anisotropy of magnetic susceptibility, X-ray CT, event deposit

1. Introduction

Paleoseismic records of subduction-zone earthquakes are very important to mitigate disasters caused by earthquakes. Historical documents, ruins, terrestrial archives, and marine archives are used to gain these records. However, paleoseismic records gained from historical documents and ruins tend to be limited in quantity and can only be found up to a certain time period. Terrestrial archives and marine archives analyses are therefore necessary in order to gain long-term paleoseismic records. Since this study site is located at the triggering zone of subduction-zone earthquakes, the marine sediment in this region contain high quality pin point paleoseismic records. When estimating paleoseismic records using marine sediments, the extent of the turbidite distribution area and age are generally used. Turbidites are deposits of a turbidity current triggered by slope failure or floods. Generally turbidites are made of alternated sand layers and mud layers. In order to obtain paleoseismic records from turbidite deposits, the samples should be carefully taken from the site without direct input of terrestrial sediments since turbidity currents are not only triggered by earthquakes, but also by floods (Goldfinger, 2011). However, sandy turbidites usually used for sedimentological study are rare in such sampling site. Thus in recent years, “muddy turbidites” which do not contain clear signs of sand grain sedimentation is drawing attention for use in paleoseismic studies. However, fine-grained turbidites are difficult to distinguish from hemipelagic mud, and cannot always be detected every time during geophysical core logging (Goldfinger, 2013). The understanding of how muddy turbidites structurally behave is necessary yet very little is known at present. The primary focus of this study is to understand the characteristic of sedimentary structure of seismogenic muddy turbidites. As turbidites can include materials that not only originate from an earthquake, we must first investigate the seismogenic turbidite deposit identified by the previous study. The second focus is to carry out a detailed analytical analysis and an observational analysis of a longer sediment core that was collected at the same location, (expected to contain older information) and discuss the possible scenarios for the seismogenic turbidite distribution.

2. Sample and Method

The samples used in this study include a 46 cm-long multiple core and a 6.7 m-long piston core (Figures 1 and 2) which were collected from the sedimentary basin southwest off Kii Peninsula onboard the research vessel “Shinsei Maru” during the KS-14-8 cruise. The sampling site is located at the ENE-WSW elongated basin between the accretionary prism and the forearc basin off Kumano without terrestrial sediment supply. The basin exhibits “a terminal basin” that captures all sediments supplied from outside. From the multiple core sample collected at a water depth of 2372 m, the Cs-137 and Pb- 210 concentration distribution indicates that the muddy sediment layer in the upper 17 cm was formed from the 2004 off the Kii Peninsula

earthquake (Ashi et al., 2014). Visual observation and X-ray CT scans were conducted alongside other measurements for anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), paleomagnetism, rock magnetism, electrical resistance, grain size. 7cc cube samples for paleomagnetic and rock magnetic studies are 21 samples from the multiple core and 292 samples from the piston cores.

3. Result and Discussion

Muddy seismogenic turbidites associated with the 2004 off the Kii Peninsula earthquake have thick homogeneous clay layer above the silty lamination. The sediment layer directly beneath the muddy seismogenic turbidite layer shows various orientations oblique to the bedding plane, which may have been formed as a result of the 2004 off the Kii Peninsula earthquake. These detailed structural observations was made possible through the use of an X-ray CT scanner, which highlights the necessity of using a X-ray CT scanner when researching muddy seismogenic turbidites. The magnetic susceptibility decreases upwards in the lamination. This specific feature is thought to have formed as the muddy turbidity current slowly decelerated and slowly settled down the slope. Understanding of the amount of turbidity current and the supply of sediments are regarded as important aspects. Paleocurrent gained from the paleomagnetic measurement and the anisotropy of magnetic susceptibility measurement agree to the orientation of the slope that surrounds the terminal basin. Paleomagnetic measurement and rock magnetic measurement are useful analysis to estimate the sedimentation process. From identifying the volcanic glass within the volcanic ash layer and conducting ^{14}C radiocarbon dating of the foraminifera, the individual sediment layer interval almost matches that of known past earthquake recurrence patterns within the Nankai Trough area. Thus the terminal basin, which is the study area of this study, is likely to hold records of all past seismic events in the Nankai subduction zone. By dating each sediment layer, it may be possible to reveal the archive of all earthquakes that occurred in the past in comparison to previous studies, and will provide important information for mitigating the impact of future disasters.

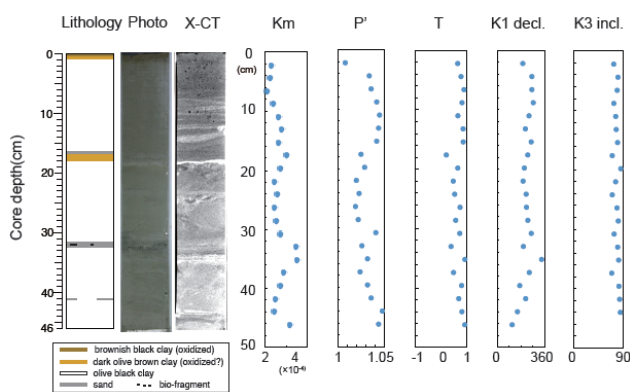


Fig.1 Measurement results from the multiple core samples collected during the KS-14-8 research cruise. From left to right: core description, core photo, X-ray CT image, and AMS.

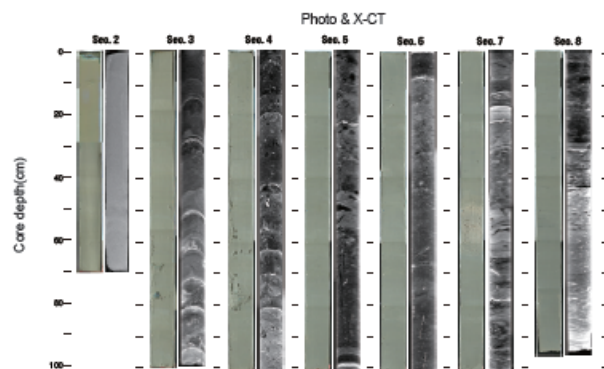


Fig.2 Core photo and X-ray CT image of the piston core samples collected during the KS-14-8 research.

Reference

Adams, J., *Tectonics*, 9, 569-583 (1990) ; Ashi et al., *JpGU abstract*, SCG64-P1 (2015); C.Goldfinger, *Annu. Rev. Mar. Sci.* 3:35-66(2011); C.Goldfinger et al., *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2109–2146 (2013); Polonia, A., et al., *Eos Trans. AGU*, **83**(21), 235–236 (2013)