

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26400496

研究課題名(和文) 南海巨大分岐断層の活動と海底地すべり

研究課題名(英文) Submarine landslide near the meagsplay fault, Nankai Trough, southwest Japan

研究代表者

金松 敏也 (KANAMATSU, Toshiya)

国立研究開発法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター・グループリーダー

研究者番号：90344283

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：南海トラフ巨大分岐断層周辺に発達する海底地すべりの成因を考察するため、統合国際深海掘削計画C0018地点における最も若い地すべり層に対応するMTD1を解析した結果、地すべり滑動の剪断による高密度リニエーションがX線CTイメージで観察された。海底下音響構造からMTD1層は分岐断層帯から海底地滑りが発生し、3m層厚で6kmにわたり滑動したと解釈できる。これは帯磁率異方性解析から南西方向に滑動したと推定される。しかしMTD1の年代は1万年前程度と考えられ、それ以降に地すべりが発生した痕跡はなく、100-200年周期とされる東南海地震と全く違う活動であった事が明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：A landslide deposit developed near the megasplay fault at Nankai Trough was studied to evaluate the possible association of To-Nankai earthquakes as its triggering mechanism. The youngest submarine landslide unit MTD1 which was documented at site C0018, IODP Expedition 333, was analyzed by X-ray CT and anisotropy of magnetic susceptibility. X-ray CT image of newly collected piston core samples reveal high density lineation developing in the MTD1 interval. Subbottom image of MTD1 shows that it had slid from the mega-splay fault area with a 3-m thick and 6-km length. A south-eastward sliding is interpreted from magnetic fabric of MTD1 layer. However no younger submarine sliding than MTD1 (10,000 years ago) has been recognized in studied samples. This observation suggests that no linkage between the submarine slide occurrences and M8-class To-Nankai earthquakes which repeatedly occurred with 150-200 years interval.

研究分野：海洋地質学

キーワード：海底地すべり 南海トラフ 巨大分岐断層 東南海地震

### 1. 研究開始当初の背景

統合国際深海掘削計画第 333 次研究航海で、南海トラフ巨大分岐断層の下方陸側斜面 C0018 地点において大規模な海底地すべり層序が掘削された(図 1)。巨大分岐断層周辺には地すべり崩壊地形が多数認められるため、プレート境界地震に連動した巨大分岐断層の活動に励起され巨大海底地すべりが発生したというシナリオが考えられる。しかし、その関係を示す直接的な証拠はない。

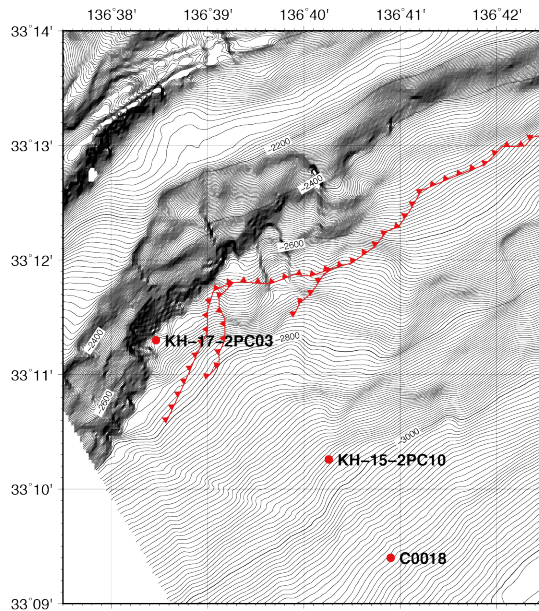


図 1：熊野灘南海トラフ陸側斜面。——：海面下 2910m における分岐断層の位置 (Kimura *et al.*, 2011)、●：C0018 地点および本研究調査によって得たコアの位置。

### 2. 研究の目的

本研究では海底地すべりと巨大分岐断層の活動の関連を検討するため、過去の海底地すべりの滑動様式と発生場所を明らかにする事を目的とした。C0018 地点における地球深部探査船「ちきゅう」の掘削により 100 万年前から 6 回の海底地すべり層が存在することが明らかにされており、海底地すべりは南海地震により発生し、従って、その層序を読み解く事で地震の再来周期の復元が期待された。しかし 100 万年に 6 回という頻度は、過去の東南海地震の発生頻度(100 年～200 年程度の周期)に比べると極端に少なく、合理的な説明ができない。しかし巨大分岐断層付近の上盤および下盤の表層に多数発達する馬蹄形をした地すべり地形は(図 1)、巨大分岐断層周辺が地すべり発生域である事を示している。C0018 地点で

100 万年に 6 回という、地すべり層頻度の小さい理由として、地すべり発生地点から離れると地すべり層が、整然層に移行し無秩序相が見られない事や、地すべり層が小規模なため掘削点に到達しなかったことが考えられる。すなわち実際の地すべり頻度は発生地点の巨大分岐断層近傍で、より多い可能性が考えられる。従って巨大分岐断層周辺で、地すべり層の発達状況を把握することを本研究の目的とした。

### 3. 研究の方法

巨大分岐断層周辺の地すべり層発達状況を検討するため掘削地点から巨大分岐断層までの斜面において堆積層の岩相を調査した。特に C0018 地点で発見された MTD1 層を鍵として、海底地すべりの空間的な産状分布を推定するため岩相変化を調査した。C0018 では、地すべり層は、褶曲層の一部と考えられる傾斜した層理面、断層、シアーゾーン、リップアップクラスト、コンボリューションといった構造の出現で特徴づけられる。地すべり層の堆積物組成は正常層のそれと変わらない事から、海溝陸側斜面の半遠洋性堆積物が 2 次的に堆積したと考えられる。本研究では最も新しい MTD1 層に焦点をあてた。MTD1 層は、海底から数 m にあり、簡便的なピストンコアリングで採取可能であり、C0018 地点以外の複数の点で、その特性を知る事ができる。

C0018 地点と巨大分岐断層の周辺(図 1)を学術研究船「白鳳丸」により平成 27 年度および平成 29 年度に調査し、海底から 2 本のピストンコアを採取した。採取位置は C0018 点で見られる海底地すべり層が、斜面上方から移動してきたと考え、巨大分岐断層海域と C0018 との中間海域で調査を実施した。採取したコアはまず MTD1 層の内部変形構造から滑動過程を推定するため X 線 CT 画像の取得を行い、コアを半割した後に岩相の記載、色相の測定を行なった。粒子ファブリックから海底地すべりの滑動を推定するため、帯磁率異方性測定と古地磁気測定を行った。試料は 7cc キューブを使い連続サンプリングした。MTD1 層の形成年代を放射性炭素年代から推定するため、各コア 4 試料から 4-10mg の分量の浮遊性有孔虫を、鏡下で拾い出した。海底地すべり層の物理特性を知るため、ベンセン断試験による地層の強度を 3cm おきに測定し、湿潤密度を測定した。

#### 4. 研究成果

KH-15-2PC10 コア、および KH-17-2PC03 コアの解析を実施した。MTD1 層は、地滑りの滑動で剪断を受け、その証拠として X 線 CT イメージで高密度リネーションが分布することが C0018 地点の研究で報告されている (Strasser *et al.*, 2012)。

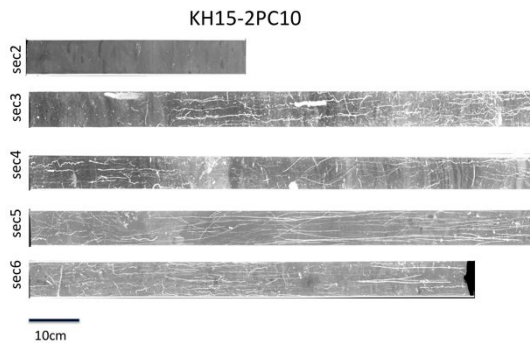


図2: KH-15-2PC10のX線CTイメージ。左側がコアの上位でsec2からsec6まで続く。sec3の30cm以下(sec3~sec6)から高密度リネーション(明るい線構造)が発達し、剪断を受けたて形成されたと解釈される。

同様の高密度リネーションが、KH-15-2PC10 コアでは、75cm以下に、KH-17-2PC03は、258cm以下に出現し、それぞれMTD1層に相当すると考えられる(図2)。一方その上位層は生物擾乱の発達した岩相で、地すべりの特徴は認められない(KH-15-2PC10sec2とsec3の上から30cm)。この岩相はC0018地点でも同じであり、同様な岩相層序がこの海域に広く分布していると考えられる。

KH-15-2PC10や、C0018地点では強く剪断を受けたと考えられる帯磁率異方性の形状パラメーターや水平面と斜交するフォリエーション構造が見られた。KH-15-2PC10のMTD1では下位層の方が強い剪断を受けた形跡が認められる。これはC0018でも同様の結果で(Kanamatsu *et al.*, 2014), 剪断による変形は地すべり層の滑り面に近いほど大きいと考えられる。フォリエーション構造は、古地磁気方位で方向を復元すると水平面と斜交し、KH-15-2PC10地点では、C0018地点同様、北西に傾斜した構造を示すセンスを表している。一方、より上流のKH-17-2PC03ではこのようなフォリエーションは発達せず、大きな剪断を受けなかったと考えられる。

サブボトムプロファイラーのイメージではKH-17-2PC03地点付近から一連の地滑り層が発生していると考えられる。またKH-17-2PC03

地点では海底下2mと5mに強反射面があり、MTD1の上面と下面に対応すると推定される。KH-15-2PC10地点において記録は明瞭でないが、同程度の深さに上面と下面が推定される。またC0018においては海底下1.4mから4.3mの間(2.9mの層厚)が認められているので調査海域では、3m程度の地すべり層が6kmに渡り滑動したと考えられる。

KH-15-2PC10 コアと、KH-17-2PC03 コアの堆積物中に含まれる浮遊性有孔虫、*Globigerinoides sacculifer*,

*Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides conglobatus*等を堆積物中から拾い出し、炭素14による放射性炭素年代測定を実施した。その結果、各コアから4点程度の年代を得た。外挿から求めた KH-15-2PC10 コアと、KH-17-2PC03 コアの MTD1 最上部の年代は9,262cal BPと12,780cal BPで、MTD1のイベント年代は、一万年前程度と考えられる。また C0018 地点での MTD1 は、13,000 年前~14,200 年前と考えられている。

以上の結果をまとめると、サブボトムプロファイラー調査から MTD の発生地点は KH-17-2PC03 地点と解釈でき、巨大分岐断層周辺から発生している。しかし今回解析したコアと、すでに得られている C0018 コアの岩相と年代からこの海域には MTD1 の上位に地滑り層がないことが分かった。これはおよそ1万年以降、当該巨大分岐断層海域では大規模海底地すべりは発生しておらず、巨大海底地すべりは、いわゆる繰り返し発生してきた M8 クラスの東南海地震の発生とは関連がないと考えられる。MTD1 特性の空間分布では、剪断は斜面下流に行くほど強くなる傾向があり、帯磁率異方性のフォリエーションから南東に滑動したと考えられる。その範囲は3mの厚さの地層が6kmの距離に渡り活動したと考えられる。

#### < 引用文献 >

- T. Kanamatsu, K. Kawamura, M. Strasser, B. Novak, Y. Kitamura, 2014, Flow dynamics of Nankai Trough submarine landslide inferred from internal deformation using magnetic fabric, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 15, 4079\_4092 DOI: 10.1002/2014GC005409.
- Kimura, G., G. F. Moore, M. Strasser, E. Sreaton, D. Curewitz, C. Streiff, and H. Tobin, 2011, Spatial and temporal evolution of the megasplay

fault in the Nankai Trough, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12, Q0A008,  
DOI: 10.1029/2010GC003335.

Strasser, M., P. Henry, T. Kanamatsu, M.K. Thu, G. Moore, and the IODP Expedition 333 Scientists, 2012, Scientific Drilling of Mass-Transport Deposits in the Nankai accretionary wedge: First Results from IODP Expedition 333. IN. Y. Yamada *et al.*, (eds.) Submarine Mass movements and their consequences *Advances in Natural and Technological Hazard Research*, Springer, Dordrecht, 31, 671-681,  
DOI: 10.1007/978-94-007-2162-3\_60

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2件)

川村喜一郎, 金松敏也, 山田泰広, 海底地すべりと災害-これまでの研究成果と現状の問題点-. *地質学雑誌*, 査読有, 123(12), 999-1014,  
DOI: 10.5575/geosoc.2017.0031, 2017

Toshiya Kanamatsu, Kiichiro Kawamura, Michael Strasser, Beth Novak, Yujin Kitamura, Flow dynamics of Nankai Trough submarine landslide inferred from internal deformation using magnetic fabric, *Geochem. Geophys. Geosyst*, 査読有, 15, 4079\_4092  
DOI: 10.1002/2014GC005409, 2014.

[学会発表](計 2件)

金松敏也・芦寿一郎・池原 研・KH-15-2 Leg3 乗船者、熊野沖南海トラフ巨大分岐断層周辺の海底地すべり、日本地質学会第123年学術大会、2016年9月10日、東京、日本大学文理学部キャンパス(世田谷区桜上水)

金松敏也・川村喜一郎・北村有迅・Beth Novak・Michael Strasser、南海トラフ上部陸側斜面に発達する地すべり層の流動過程：磁気ファブリックによる解析、日本堆積学会2014年山口大会、2014年3月16日、山口、山口大学吉田キャンパス大学会館

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

金松 敏也 (KANAMATSU, Toshiya)  
国立研究開発法人海洋研究開発機構・地震津波海域観測研究開発センター・グループリーダー

研究者番号 : 90344283