

房総三重点付近の巨大崩壊、海底地すべり、津波

Boso triple junction: large-scale instability and landsliding for potential tsunami genesis

小川 勇二郎^{1*}

OGAWA, Yujiro^{1*}

¹ 小川 勇二郎

¹ OGAWA, Yujiro

房総三重点は、フィリピン海プレート (PHS) が、ユーラシアプレート (後に北米プレート (NAM)) に沈み込み、それから太平洋プレート (PAC) が沈み込む、海溝海溝海溝型三重点であり、中期中新世 (ca 15 Ma) に伊豆島弧が付近に移動してきて以来、連綿としてこの付近に存在していた (三浦房総での島弧由来の付加体や火山噴出物の証拠による)。海溝型三重点は一つのプレートの運動方向が、海溝の方向と一致していない限り、不安定で、どれかがトランスフォーム境界に変化するはずであるが、現在に至るまで、その形を余り変えていないことから、長い間 PHS はほぼ真北に進んでいて、現在の PHS の運動方向である NW への運動はごく最近に始まったものと考えられる。過去のプレートの運動方向は、位置不変のホットスポットがない限り、一般に分からないが、房総三浦半島の南端部の最も若い (2-3 Ma) 褶曲帯 (伊豆島の突入の効果はまだ及んでいない) が、ほぼ東西であること、丹沢・御坂・巨摩山地などの方向性などから、ある時期は NW へ、その後は N へ、さらにその後現在は NW へであると、想像できる。これらの運動の変化による三重点付近の地形の特徴から、ごく近過去 (> 0.5 Ma) における変化が、地形や地質に記録されている可能性があることを議論したい。

房総三重点近傍の海底地形と地質調査は、KAIKO 計画 (Ogawa et al., 1989; Seno et al., 1989) 以来、いくたびも行われて来、最近では、MCS 調査も行われたが、三重点近くのデータは 7-9 km と深度が大きいためか不足している。我々のかいこう 10K の調査 (KR99-10) (Ogawa & Yanagisawa, 2011 Springer Book) と、岩淵ほか (1990) などにもとづく研究を総合すると、以下のようにまとめられる。房総沖には、二つの基本的な方向性が見られる。一つは、銭洲 鹿島海山ラインとも呼ぶべき NE 方向の顕著な断層崖とおぼしきリニアメントで、過去の大地震や津波を引き起こしたスラストとも考えられる。これは、南海トラフと日本海溝をつなぐ次世代のプレート沈み込み境界の可能性もある。もう一つは、房総半島の活断層の延長である、鴨川北断層や房総エスカープメントなどの WNW-ESE 方向のリニアメントで、片貝海底谷や鴨川海底谷が相当する。この二つの海底谷は、三重点に近づくにつれて向きを N-S から最後は SWS-NEN へと変化させ、勝浦深海盆へ注ぐ。その場所に、著しい大規模な地すべり地形を發展させる。これにより、その北側で NE 方向の正断層群 (岩淵ほか, 1990) が乱されているのが分かる。一方、勝浦深海盆は、菱形の底なし沼然とした地形で、それは PHS が NW へ運動方向を変化させたことに伴う東西伸張の結果出来た凹地形であると解釈され (岩淵ほか, 1990)、この変形が非常に若いものであることをうかがわせる。岩淵ほか (1990) は、三重点の北側の NAP と PAC の間に PHS が依然として存在することを示しているが、これが正しいとすると、その残存する PHS は、ごく最近まで PHS が真北へ沈み込んでいた証拠であろう。

以上のように、三重点近傍の沈み込み境界の断層の上盤 (hanging wall) は、ごく最近 (おそらく < 0.5 Ma (Seno et al., 1989)) の PHS の NW への運動変化により、下からの支えを失って、重力的に不安定になって崩壊しているのであろう。Ogawa & Yanagisawa (2011 Springer Book) がまとめたかいこう 10K の調査にもとづく巨大崩壊のありさまも、それを裏付ける。しかし、羽鳥 (2002 月刊地球) は、1953 昭和 M7.4 以外にも房総はるか沖の津波地震が過去にもあったらしいことを述べているが (1677 延宝 M8.0)、それが上に述べた NE 方向のスラストによるものが、三重点の崩壊による地すべりのようなものは判然としないが、将来も起きるものと思われる。

キーワード: 房総三重点, 海底地すべり, 巨大崩壊, 海底谷, 津波

Keywords: Boso triple junction, submarine landsliding, large collapse, submarine canyon, tsunami

海底地すべりメカニズムの解明にむけた科学掘削 Scientific drilling for elucidation of submarine landslide mechanism

森田 澄人^{1*}

MORITA, Sumito^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門

¹ AIST-GREEN

海底地すべりは、パイプラインや海底ケーブルの切断、津波の発生などにつながるということが知られ、またメタンハイドレートの分解を促すとも言われている。しかし、その発生要因は現時点であまり明らかにされておらず、IODP（統合国際深海掘削計画）は次期フェーズ（2013年-2023年）の科学計画の一つに「海底地すべりのメカニズム解明」を掲げた。これまで海底地すべりモデルとしては、「円弧すべりタイプ」が一般的に挙げられてきた。ただしその形態の複雑さのため、すべり面における岩相変化や物理特性を単純化することは困難である。一方、海底に平行な堆積層に沿って起こる「層面すべりタイプ」は、比較的シンプルな力学モデルの適用が可能であり、科学掘削に適切な対象と言える。本講演では、「層面すべりタイプ」の海底地すべりの例として、三陸沖堆積盆の海底地すべり構造を紹介する。

これまでに実施された高精度三次元地震探査により、三陸沖堆積盆の海底地すべりには、重力滑動に伴う特徴的な変形とそれに強く依存する脱水構造の存在が明らかとなった（森田ほか，2011）。脱水構造は、地すべりの発生と同時にすべり面から発生していると判断されるため、すべり面での余剰流体が地すべりを伴う地盤不安定化の要因になったと考えられる。また、地すべり層内でガス相を示す音響異常が認められることは、地層水中の天然ガスがこれに大きく関わったことを示唆している。地すべり層は側方の整然層に追跡が可能であり、すべり面に相当する層は、概してある程度の厚さを持った弱振幅レイヤーで特徴づけられる（Morita et al., 2011）。このように、三陸沖堆積盆の海底地すべり層に関わる構造は非常に明確である。

このような層面すべりタイプの海底地すべりを対象にした科学掘削が実現すれば、すべり面とすべり面相当層の比較によって、すべり面形成の素過程を明らかにすることが可能となり、そこでの天然ガスの寄与に関わる新たな情報を得ることも可能である。また、地すべり全体のすべり面特性を単純化しやすく、今後の海底地すべりモデリングにも大きく貢献できると期待される。本講演では、海底地すべりメカニズム解明に向けた「層面すべりタイプ」の海底地すべり層を対象とした科学掘削の重要性を提示する。

本研究には、平成20年度基礎物理探査「三陸沖3D」のデータを用いる。

キーワード: 海底地すべり, IODP, 科学掘削, 層面すべり, すべり面, 三次元地震探査

Keywords: Submarine landslide, IODP, scientific drilling, layer-parallel slip, slip plane, 3D seismic survey

宮城沖海底地震計 (OBS) に流入した堆積物 2011年東北地方太平洋沖地震と地震性タービダイト

Trapped sediment in Ocean Bottom Seismometers - The 2011 Tohoku-Oki Earthquake and earthquake-induced turbidite

三浦 亮^{1*}, 新井 和乃², 成瀬 元³, 長谷川 四郎⁷, 川村 喜一郎⁴, 金松 敏也⁵, 村山 雅史⁶, 海宝 由佳⁵

MIURA, Ryo^{1*}, ARAI, Kazuno², NARUSE, Hajime³, HASEGAWA, Shiro⁷, KAWAMURA, Kiichiro⁴, KANAMATSU, Toshiya⁵, MURAYAMA, Masafumi⁶, KAIHO, Yuka⁵

¹ 日本海洋事業 (株), ² 千葉大学大学院理学研究科, ³ 京都大学大学院理学研究科, ⁴ 財団法人深田地質研究所, ⁵ 海洋研究開発機構, ⁶ 高知大学海洋コア総合研究センター, ⁷ 熊本大学大学院自然科学研究科理学専攻地球環境科学講座

¹Nippon Marine Enterprises, Ltd., ²Graduate School of Science, Chiba University, ³Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University, ⁴Fukada Geological Institute, ⁵Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁶Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ⁷Department of Earth and Environments, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震発生以前に宮城沖に設置し、観測を行っていた長期設置型の海底地震計 (OBS) 17台を2011年3月~12月にかけて、5回の航海で回収した。これらのOBSハードハット内には、いずれも緑がかった暗灰色を呈する未固結の砂質泥の流入が認められた。回収されたOBS17台のうち3台は地震発生直後に実施された海洋研究開発機構「かいいい」KR11-05 Leg2航海(3月14日~31日)で回収されたものである。この砂質泥は主に clay-coarse sand の砂泥充填より構成されており、陸側から沖側に向かって細粒化する傾向が見られた(新井ほか, 2011)。三浦ほか(2011)では、東北地方太平洋沖地震の震源域近傍の海域においてOBSへの多量の流入が生じていることから、この砂質泥は地震発生に伴う大規模な海底地すべりなどに起因する混濁流堆積物であると推測した。本発表では、これらのOBS充填堆積物の粒度分析、底生有孔虫の解析結果、および「かいいい」搭載のマルチナロービーム音響測深機 SeaBeam2112による海底地形データを紹介する。地震発生後に実施された「かいいい」の3航海(KR11-05 Leg2, KR11-E03, KR11-E05)でのSeaBeamデータを解析した結果、大陸棚~mid-slope terrace付近には海底地すべりによる顕著な斜面崩壊の痕跡は見られていない。また、緩傾斜(2度未満)である比較的陸域に近い浅海域(最浅部の水深299m)に設置したOBSも多量の堆積物で充填されていることから、陸域に近い場所が堆積物の供給源と推測できる。新井ほか(2011)はこれらのOBS充填堆積物に加え、「よこすか」ディーブ・トウおよび「しんかい6500」潜航調査によって採取された海底堆積物についても粒度分析を行い、これらの堆積物が津波による陸棚~陸棚縁辺域の侵食作用を原因とする混濁流堆積物である可能性を示した。宮城沖に設置していたものと同型のOBSは南海トラフにおける長期設置(半年~1年)でも使用されているが、堆積物によって充填されたケースはない。加えて、3月の地震発生以後に日本海溝陸側斜面に設置し、回収を行ったOBSには堆積物の流入は認められていない。以上のことは、OBS充填堆積物が巨大地震およびそれに伴う津波の発生と関連したイベント性の堆積物であり、定常的な堆積作用のものではないことを示し、地震後間もなく短期間で広範囲にわたって混濁流が発生したことを裏付けるものである。

<文献>

新井和乃ほか, (2011) 日本堆積学会 2011年長崎大会講演要旨, 長崎, P34.

三浦 亮ほか, (2011) 日本地質学会第118年学術大会講演要旨, 茨城, R12-P4.

キーワード: 海底地震計, 2011年東北地方太平洋沖地震, タービダイト, 津波, 海底地形

Keywords: Ocean Bottom Seismometer, 2011 Tohoku-Oki Earthquake, turbidite, tsunami, bathymetry

海底液状化土砂流動：特性と社会への潜在的インパクト Submarine Liquefied Sediment Flows: Characteristics and Their Potential Impacts on Societies

佐々 真志^{1*}
SASSA, Shinji^{1*}

¹ 独立行政法人港湾空港技術研究所
¹ Port and Airport Research Institute

Subaqueous sediment gravity flows (SSGF) have become an increasingly important subject for research in relation to geomorphodynamics of sediment routing systems connecting river basins, estuaries and coastal oceans. Also, submarine landslides and flow slides have received considerable attention in view of their destructive power and associated consequences in nearshore and offshore facilities. Fluid-sediment interaction is a key process that features any SSGF. Here, I summarize some recent research advances on the characteristics and dynamics of submarine liquefied sediment flows and discuss their potential impacts on societies involving Tsunami.

海洋メタンハイドレート資源開発と斜面安定性の研究 A slope stability study for marine gas hydrate resource development

山本 晃司^{1*}, Tore Jan Kvalstad²
YAMAMOTO, Koji^{1*}, Tore Jan Kvalstad²

¹ 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構, ² ノルウェー地盤工学研究所
¹Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, ²Norwegian Geotechnical Institute

海洋のメタンハイドレートの存在と海底地すべりの関係については多くの仮説がたてられ、科学的な議論が進んでいる。それらの多くは、地質年代の時間スケールでの、地球規模の気候変動を原因とする大規模なイベントに関するものである。一方で、資源開発の観点でのメタンハイドレートの研究は、日本をはじめとして米国、韓国、インドなどで進められている。日本は、2013年の初頭に、渥美半島沖の東部南海トラフ海域において世界で初めてとなる海洋での産出試験に着手する予定である。計画されているような小規模（単一坑井、数週間から数カ月の生産、数十～百メートル程度の分解範囲）の産出試験、あるいはより規模の大きい将来の産業化においても、範囲や関与するエネルギーは気候変動に伴うものとは桁が異なるが、海底の斜面安定性に一定の影響を与える可能性は否定できない。その一方、ハイドレート分解とは直接関係のない地震等による自然のイベント、あるいは海底面付近で発生する小規模なイベントでも、生産施設やパイプラインといった海洋構造物に大きなダメージを与える可能性があり、地質学的スケールの現象とは異なるより緻密な検討も必要となる。

これらの観点から、筆者らはメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）の研究の一環として、メタンハイドレート研究のモデル海域とされている東部南海トラフにおける斜面安定性の研究に着手している。当該海域は背斜構造と海丘が発達した複雑な地形の地域であり、タービダイト堆積物の砂層の孔隙を充填した形でメタンハイドレート濃集帯の発達が見られている。2013年初頭には、第二渥美海丘の北斜面の一地点の海底面下のメタンハイドレートを対象に、減圧法による海洋産出試験が計画されているが、周辺には海丘の形成と海底谷による削割によって生じたとみられる、数キロ程度の広がり地すべり地形が見られている。この地すべり地形の基底はメタンハイドレートが濃集する深度よりもかなり浅いため、その形成にはハイドレートが大きな役割を果たしたとは考えにくい。また、当該海域は東南海地震の震源域に近く、過去に繰り返し大きな地震に見舞われてきた地域であり、地震が地すべりのトリガーとなった可能性もある。

そのため、我々は海洋産出試験が行われる第二渥美海丘エリア周辺の地すべりリスクの定量的に評価を行うこととした。この研究では、実施にあたっては、これまでに取得された地震探査のデータを用いた地形と地質構造の情報、及び掘削調査で得られたコアや検層のデータを元にした地盤工学的情報を分析し、さらに2011年には、AUV「うらしま」のサイドスキャンソナーとサブボトムプロファイルによる詳細海底地形・地質のデータを取得と、地球深部探査船「ちきゅう」を利用したハイドレート濃集帯より上位の地層からのコアリングとコーン貫入試験を実施して、海底面安定性と関わる地盤工学的情報を取得した。

これらのデータを使用して、海底地形のデータを使用した静的な荷重による地すべり安全率の評価と、東海・東南海・南海3連動地震を想定した地震荷重に基づく1次元動的解析モデルを使用した地震時の安全率評価を行った。さらに、海洋産出試験の条件を仮定して、メタンハイドレート分解による地層強度低下が斜面の安定性に与える影響を、数値計算で評価した。さらに、第二渥美海丘西側の地すべり地形が拡大した場合に発生する津波の大きさと伝播を評価した。

現在、新たに取得された試料・データの試験・分析を進めてそれらを評価結果に反映させる作業を行っており、さらに、東部南海トラフ地域での資源開発を想定して、この地域の斜面安定性のハザードマップの策定を行う予定である。

メタンハイドレートに限らず、海洋の資源開発が社会に受け入れられるためには、リスクを正しく評価し、それを社会に伝えて、理解を得ることが必須であり、その一つとして、今後も斜面安定性の研究を継続していく。また、海底面の安定性とメタンハイドレートの関係は科学的に未解明の部分も多く、基礎的な研究と実用的なリスク評価の双方の観点からの研究も必要である。

キーワード: メタンハイドレート, 海底地すべり, 地盤工学, 津波
Keywords: methane hydrate, submarine landslide, geotechnical, tsunami

東北地方太平洋沖地震後の宮城県沖海底の有孔虫群集の分布 – 海底地震計 (OBS) に入り込んだ未固結堆積物の分析から – Benthic foraminiferal faunas in the sediment into OBSs off Miyagi after 2011 earthquake of the Pacific coast of Tohoku

長谷川 四郎^{1*}, 三浦 亮²

HASEGAWA, Shiro^{1*}, MIURA, Ryo²

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科, ² 日本海洋事業株式会社

¹ Kumamoto University, ² Nippon Marine Enterprises, Ltd.

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震とそれに伴う巨大津波の発生後、宮城県沖の海底に設置されていた海底地震計 (OBS) が同年3月以降、数度にわたって回収された (三浦ほか, 2011)。その本体を保護するプラスチック製ハードハット内に入り込んだ未固結堆積物について有孔虫分析を行った結果、群集の深度分布に顕著な特徴を見出した。

すでに、地震後の三陸沖の陸棚外縁から海溝斜面 (水深 300?5940 m) にかけて、広範囲に泥質堆積物が堆積していることが報告されている (Ikehara et al., 2011)。この堆積物は全体的に陸から沖に向けて連続的に細粒化する傾向が見られ、地震以前に礫や砂が堆積していた海底をも覆っており、また、一部の海底面ではリップルが観察されたことなどから、この堆積物は土石流や地滑りなどではなく、混濁流のような比較的堆積物濃度が希薄な流れによって運搬されたことが推定されている (新井ほか, 2011)。

一方、長期自然地震観測のために日本海溝陸側斜面に OBS が設置されていたが、そのハードハット内に堆積物が入り込んでいた。OBS が通常の着底姿勢をとる限り、堆積物が入ることはないので、堆積物の進入は、設置位置付近の海底で、巻き上げられた堆積物を含む水の流れが生じた可能性が考えられた (三浦ほか, 2011)。

底生有孔虫は沿海の汽水域から深海底・海溝にわたるあらゆる海洋底に生息する有殻単細胞生物で、その多様な種が水質・底質・微地形、あるいは海底面上から堆積物内部までの様々な環境に適応して棲み分けている。また、大局的には特有の組成を持つ群集が、ある程度の広がりの中で、一定の深度範囲 (深度帯) で確認されている。そのため、混濁流のような堆積物の移動があれば、底生有孔虫群集の分布に異常が認定される可能性がある。

宮城県沖の OBS 設置域の南側に隣接する仙台湾の群集 (Ishiwada, 1964; Matoba, 1976) と今回の OBS の群集を比較することにより、OBS 設置域で推定される堆積物移動の結果が深度分布の差異として示されると期待される。

水深 299 m から 2773 m にわたる 14 地点の OBS より採取された未固結堆積物試料の底生有孔虫群集を分析した結果、6 群集を識別した。これらのうちの 5 群集は Matoba (1976) が水深 220 m?1980 m において設定した分布深度の異なる 5 群集に対応する。また、残りの 1 群集は Matoba (1976) の最深地点 (1980m) より深い地点のものである。本研究で確認した各群集間の境界の水深を Matoba (1976) などの既存資料と比較した結果、水深約 1500m 以浅の群集については境界の深度がほぼ一致するものの、本調査で水深約 2000m (1981m と 2041m の間) に引いた境界に対応する群集境界が、Matoba (1976) では水深約 1800m (1570m と 1980m の間) に引かれており、水深で約 200 m の食い違いのあることが判明した。

この事実は、堆積物のハードハット内への進入が、混濁流のような堆積物を含む水の流れによるとすると、その流れにより運搬された堆積物の移動は、水深約 1500m 以深で大きいものに対し、それ以浅では、流れがあったとしてもそれほど大きな距離の移動を伴わなかったことを示唆している。これについては、さらに、堆積物がハードハット内に進入するメカニズムと併せた検討が必要である。

また、混濁流の発生について、斜面崩壊の形跡がないことから、未固結堆積物の巻き上がりがきっかけとなったと考えられているが、さらにその直接の原因としては、津波による堆積物表面の攪拌のほか、海底下の地震動による揺さぶりによる舞上がりも考えられる。本研究の結果を糸口として、さらに考察を進めたい。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 津波, 海底地震計, 底生有孔虫, 混濁流

Keywords: earthquake, tsunami, OBS, benthic foraminifera, turbidity current

日本海溝の巨大海底地すべり：津波発生の古くて新しいシナリオ

Large submarine landslides in the Japan Trench: An old but new scenario for tsunami generation

川村 喜一郎^{1*}, 佐々木 智之², 金松 敏也¹, 坂口 有人¹, 小川 勇二郎³

KAWAMURA, Kiichiro^{1*}, SASAKI, Tomoyuki², KANAMATSU, Toshiya¹, SAKAGUCHI, Arito¹, OGAWA, Yujiro³

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 筑波大学

¹IFREE, JAMSTEC, ²ORI, University of Tokyo, ³University of Tsukuba

We describe in detail possible large submarine landslides, several tens of kilometers in length and width, on the trench landward slope of the Japan Trench on the basis of high-resolution topographic surveys and detailed seafloor observations. These slides stopped at the toe of the trench slope. After initial movement of the toe along a basal decollement or thrust of the trench landward slope wedge during an earthquake, the basal frictional condition(s) might change drastically from static to dynamic, thus reducing the frictional strength. As a result, rapid submarine landsliding push downward on the toe, generating large vertical and horizontal displacements for tsunamis. The thrust movement at the toe of the trench slope was probably resulting from submarine landsliding with rupture propagation. This thrust movement might be with big slips without strong seismic waves. This hypothesis could explain suitably the relation between large displacement of the thrust fault and tsunami generation by the 2011 Tohoku earthquake as well as tsunami generation by the 1896 Tohoku earthquake.

It has been believed that tsunamis are generated only by seafloor topographic change caused only by active faulting, excepting for local effects by volcanic and/or small landsliding. However, the Japanese tsunami warning system does not include the tsunami excitation scenario by submarine landsliding. In fact, in 1979, a tsunami 2.3 m in height struck Nice, France, unaccompanied by any seismic signals. This silent tsunami was considered to be generated by submarine landsliding near the Nice harbor (Dan et al., 2007). Tsunami-generating submarine landslides have been known to occur from various areas in the world (Yamada et al., 2012). Thus, all data pertaining to tsunami generation mechanisms as well as topographic changes in survey data from before to after the 2011 Tohoku earthquake should be carefully examined to improve our understanding of tsunami generation.

Some of the Tohoku people have called the silent tsunami as Yoda, which is different meaning from Tsunami. In spite of the previous people experience we forget totally the Yoda, because we believe that tsunamis should be excited only by seafloor deformation of rupture propagation. According to Yamada et al. (2011), there are many giant submarine landslides, not only in active margins as the Japan Trench, Nankai Trough, Kuril Trench, but also in passive margins as continental slope of the Atlantic Ocean, and also in volcanic islands and deep-sea fan. We must consider the basic mechanism of tsunami excitation immediately. Our tsunami early warning systems following the ever-believed tsunami excitation mechanism may be wrong.

キーワード: 海底地すべり, 津波, 東北沖地震, 明治三陸地震津波

Keywords: Submarine landslide, Tsunami, Tohoku-oki earthquake, Meiji-Sanriku earthquake tsunami

熊野灘南海トラフ分岐断層付近に分布する海底地すべり層 MTD 1 の構造と供給源 Mass Transfer deposits along the splay fault Nankai Trough, Kumanonada: Deformation structure and transfer direction of

金松 敏也^{1*}, 芦 寿一郎², 川村 喜一郎³, 北村 有迅¹, 池原 研⁴, 村山 雅史⁵

KANAMATSU, Toshiya^{1*}, ASHI, Juichiro², KAWAMURA, Kiichiro³, KITAMURA, Yujin¹, IKEHARA, Ken⁴, MURAYAMA, Masafumi⁵

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 財団法人深田地質研究所, ⁴ 産業技術総合研究所地質情報研究部門海洋地質研究グループ, ⁵ 高知大学海洋コア総合研究センター

¹JAMSTEC, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ³Fukada Geological Institute, ⁴Marine Geology Research Group, Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁵Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

熊野灘南海トラフ沈み込み帯において地震発生と海底地すべりとの関係を理解するため IODP Expedition 333 において陸側斜面に位置する Site C0018 を海底下 314.2m まで掘削し、複数の海底地すべり層が掘削されている。採取された一連の海底地すべり層は著しく変形しており、地すべり滑動時の様々な変形構造が記録されている。Site C0018 において 189m より下位には海底地すべり層は見いだされず挟在する広域テフラの噴出年代から、一連の海底地すべりはおよそ 100 万年内に起こったと推定される。

一方、C0018 掘削地点の斜面上部には海底地すべり痕が発達する。これらは熊野灘南海トラフの分岐断層が伏在する周辺に特徴的に認められるため分岐断層の活動に関連して形成されたと推定される。この地すべり痕が C0018 地点で掘削された地すべり層の供給地と考えられるが詳細は不明である。これらの地滑り地形と再堆積した地すべり層の関係性を明らかにするため、2011 年 11 月に東京大学大気海洋研究所の Navigable Sampling System (NSS) を使った調査、およびピストンコラーを使った採泥を実施した。

IODP Expedition333 で掘削した 6 層の地滑り層のうち最も上部の地すべり層 MTD 1 は表層から 1.3m の深度に 3m 程度の厚さで挟在する。この MTD1 を NSS のサブボトムプロファイラーで追跡し供給源をあきらかにするとともに MTD1 層の構造復元から供給方向を復元する事を試みるため、MTD1 層をコアリングで採取した。

調査地域の斜面には地すべりの滑落崖と考えられる急崖が C0018 点の北西にいくつか認められ、MTD1 の供給源と考えられる。先行研究として掘削で採取された MTD1 の変形した構造を復元すると北東-南西方向に軸を持った褶曲軸が考えられる。こういった褶曲軸が滑動した斜面を反映しているなら MTD1 は北北西から供給された可能性が考えられる。

一方、NSS を使ったサブボトムプロファイラーによる複数の探査側線の浅部構造の結果、MTD1 と考えられる音響層は急激に薄化し下位層を削り込むと考えられる構造が観察されることから、地すべり時にチャンネルを形成したと考えられる。チャンネル構造は北西に伸び、MTD1 は北西から供給されたと考えられる。また地層の構造から求めた供給方向と一致する。以上の方法により他の地すべり層についても供給源を明らかにすることでできれば海底地すべりの発生メカニズムに関する情報を取得でき、将来的には分岐断層との関連を考察することができると考えている。

キーワード: 海底地すべり, 分岐断層, 南海等ラフ

Keywords: Submarine landslide, splay fault, Nankai Trough

三浦半島に分布する下部更新統斜面堆積物（上総層群野島層）における海底地滑り構造

Submarine landslide structure in the lower Pleistocene slope deposits, exposed at the Miura Peninsula, central Japan.

野崎 篤^{1*}, 楠 稚枝¹, 間嶋 隆一²

NOZAKI, Atsushi^{1*}, KUSU, Chie¹, MAJIMA, Ryuichi²

¹ 横浜国立大学大学院/環境情報学府, ² 横浜国立大学/環境情報研究院

¹Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National Univ., ²Faculty of Environment and Information Science, Yokohama National University

三浦半島北部には前期更新世の斜面堆積物である上総層群中部の野島層が分布する。調査地において野島層には、海底地滑りによって形成されたと考えられる構造が、房総半島の上総層群黄和田層中の鍵層凝灰岩 Kd-39 (176 万年前) に対比される YH02 凝灰岩の約 2-65 m 下部までの範囲に観察される。本研究では、野外踏査及びボーリングコア記載、火山ガラス屈折率や鉱物組成に基づく凝灰岩の対比、古地磁気極性に基づき、野島層における地滑り層の構造を明らかにした。

調査地の野島層は、下部、中部、上部の 3 つに区分される。下部は層厚およそ 50 m で下位は泥質砂岩、上位は砂質泥岩と泥岩の互層からなる。中部は層厚およそ 20 m で主に泥質砂岩からなる。上部は層厚およそ 5-40 m で、礫質砂岩から泥質砂岩にかけて上方細粒化を示す。下部の最上位の泥岩と中部の泥質砂岩とは明瞭な境界で接している。この境界部において、一部で下部の泥岩が泥質砂岩中に幅 40 cm、高さ 3 m にわたって貫入している様子が見られる。また中部において走向傾斜は上部や下部の示す走向傾斜と大きく異なる著しく多様な値を示す。この中部と下部において、それぞれ共通する 5 枚の凝灰岩が見出されたことから、中部と下部で同じ層準が繰り返しており、中部の全層準は下部の一部と重複していることがわかった。上部は中部と浸食面で境界されており、また上部基底における礫は泥岩、泥質砂岩、砂岩からなる。

調査地の野島層中部と下部での同層準の重複は、海底地滑りによって中部が下部の上に乗ることで生じたものであり、中部は地滑り岩体であると考えられる。中部は下部の同層準と比較するとより粗粒な岩相を示すことから、下部よりプロシキマルな環境で堆積したものであると推定される。また上部は地滑り痕を埋めた重力流堆積物であると解釈される。凝灰岩に基づく層序から、地滑りにより滑動した岩体は層厚約 110 m 分に達すると推定される。

キーワード: 海底地滑り, 下部更新統, 上総層群, 野島層, 三浦半島, 斜面堆積物

Keywords: submarine landslide, lower Pleistocene, Kazusa Group, Nojima Formation, Miura Peninsula, slope deposits

相模湾根府川沿岸域にみられる地域の地滑り堆積物の特徴 Characteristic of submarine landslide deposit, observed and the Nebukawa coastal area

八木 雅俊^{1*}, 椎野紗和日¹, 坂本 泉¹
YAGI, Masatoshi^{1*}, Shiino Sawaka¹, SAKAMOTO, Izumi¹

¹ 東海大学大学院海洋学研究所

¹ Graduate School of oceanography, Tokai university

神奈川県根府川地域は箱根火山外輪山の山麓であり、海岸付近には急斜面が発達している。1923年に起きた関東大地震の直後、根府川地区では白糸川上流の箱根火山の外輪山を構成する山体である大同地区が崩壊し、土砂が山津波となって白糸川沿いに流れ下った。この山津波と同時に根府川駅の背後で地すべりが起こり、ホーム、駅舎、付近の住宅、列車を巻き込み海中までに達した。

本地域には海岸付近に分布する大根溶岩と、標高60m以上高に分布する根府川石溶岩が存在し、両層間に挟在する火山碎屑物層は下位の固結した硬い火山礫凝灰岩と上位に発達するロームや軽石によって構成されている。

本調査では、東海大学保有のSeaBat7125型超高分解能測深機を用いた高精度海底地形調査及び潜水調査を行い、得られた地形的特徴から本地域をおそった土石流及び地すべり堆積物の形成機構の解明を行った。

地形的な特徴として、1) 海岸地形に平行に分布する粗い反射で特徴づけられるゾーン、2) 海岸線より沖に向かい舌状の広がり呈するゾーンに区分され、2) は1) を切って沖に向かい分布していた。また、舌状地形における潜水調査による産状観察及び海底から採取した岩石の記載岩石学的特徴から、さらに、舌状地形を構成する岩石は、標高60m以上高に分布する根府川中部溶岩流グループ起源の岩石により構成されていることが明らかになった。よって、本地域に分布する舌状地形は地すべり起源だと思われ、海岸付近の急斜面上で発生した地すべりにより標高60m以上高に分布する根府川溶岩流片を巻き込み、海中に没した崩壊堆積物が舌状地形を形成したと考えられる。

キーワード: 根府川, 地滑り, 舌状地形

Keywords: Nebukawa, landslide, lobe structure

海底地すべり模型実験を用いた海底地すべりの運動機構の解明 Experimental Study on Motion Mechanism of Submarine Landslides

本多 満貴^{1*}, 汪 発武¹, 園山 智和¹

HONDA, Mitsuki^{1*}, Wang Fawu¹, Tomokazu Sonoyama¹

¹ 島根大学 島根大学院 総合理工学研究科 地球資源環境学専攻

¹ Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering Shimane University

海底地すべりは大規模に長距離運動する特徴を持ち、それによる海底パイプラインの被害が大きな社会問題となっている。現在、海底地すべりにおける発生・運動機構などの研究は不十分である。本研究の目的は、どうして海底地すべりが陸でおきる地すべりに比べ大規模かつ、長距離にわたり高速で移動するのかを解明することである。そこで、海底地すべり再現実験装置と飽和土塊を用いた海底地すべりモデル実験から海底地すべり運動機構の解明を試みる。

飽和土塊を用いた実験において、地すべりの規模と運動速度による影響について調べた。地すべりの規模に関する実験では、飽和土塊の試料として珪砂7号および8号を用いた。この試料の質量を10kgから最大70kgと変化させ実験を行った。運動中底面に作用する垂直応力、間隙水圧、せん断応力を計測し、それにより、底面で発揮した摩擦係数を求めた。その結果、土塊質量が大きくなるに従い、摩擦係数が増加している傾向が見られた。一般的に内部摩擦角は質量が変化しても変化しないものである。そのためこの実験はより詳細に行う必要がある。運動速度に関する実験では、速度を0.26から0.78メートル毎秒へ変化させ実験を行った。この実験では土塊の状態が変化することを見ることができた。比較的遅い運動速度帯では海底土石流の様相を示す。また、比較的高速の運動速度帯では水と土塊が混濁し運動していることが解った。そのため、比較的遅い運動速度の実験では速度が大きくなるに従い摩擦係数が減少する。これは土塊の状態が徐々に変化したためと考えた。比較的高速の運動速度では速度が大きくなるに従い摩擦係数が上昇する傾向が見られた。粒径に関する実験では、7号珪砂と8号珪砂を混ぜた実験を行った。その結果、粒度が小さくなるに従い、摩擦係数が小さくなることを見られた。最後に運動土塊の密度に関する実験では、回転速度が増加するほど運動土塊の密度は減少していく傾向が見られた。これは速度が大きくなるに従い試料が水中へ浮遊するためである。このような飽和土塊の挙動や試験結果は海底地すべりでも同様に起きていると考えた。

キーワード: 運動機構, 海底地すべり, 模型実験

Keywords: motion mechanism, submarine landslide, experiment study

