

3-1 海底の地震性堆積物を用いた地震発生間隔の研究

池原 研（産業技術総合研究所）

宇佐見 和子（産業技術総合研究所）

1. 研究の目的

本研究の目的は、東北地方太平洋沖の海域において、2011年東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波によって形成された堆積層の特徴を把握するとともに、海底堆積物コア中に挟在する同様な堆積層の認定とその堆積年代決定から、2011年の地震以前の地震発生履歴の明らかにすることにあります。海溝型地震の震源の多くは海底下にありますので、最も大きな地震動とそれに伴う変動は海底で起こると考えられます。このような地震に伴う変動は海底表面近くの堆積物を攪拌したり、海底斜面を崩壊させたりします。また、巨大地震に伴う津波は、浅海域に侵入すると海底表層堆積物を巻き上げる可能性があります。このような地震や津波に伴う海底での土砂の輸送と再配置により、平常時に堆積する泥とは異なる粒度組成や堆積構造を持つ堆積物が形成されます。このような堆積層を海底堆積物中に認定し、それがいつ堆積したかを定めることで、過去の地震発生時期を特定しようとするものです。

2. 研究の実施

本研究では、上記の目的のため、海洋研究開発機構との密接な連携の下、同機構所有の調査船「みらい」（MR12-E01 航海）と「なつしま」（NT13-02 及び NT13-19 航海）による3回の航海と、ドイツの調査船「ゾンネ」による航海（S0219A 航海）の計4回の航海を実施し、岩手～福島県沖の海域から海底堆積物試料を採取しました。これらのうち、日本海溝底や日本海溝陸側斜面下部の平坦面から採取された試料の最表層には、2011年の地震によると考えられる堆積層を認定しました（図1）。これらは明瞭な基底をもち、最下部の極細粒砂から上方に細粒化する構造を有しています。厚い無構造の泥から主に構成され、上方に細粒化するユニットが複数累重し、最上位に珪藻遺骸からなる軟泥を乗せることも特徴の一つです。このような構造はこの堆積層が混濁流から堆積したタービダイトであることを示しています。また、珪藻質の堆積物から構成されていることから、その起源は日本海溝の下部斜面域にあると考えられました。

日本海溝底や陸側斜面下部の平坦面から採取した海底堆積物コア中には、基底が明瞭で、上方細粒化し、厚い無構造の泥から構成されるタービダイトが複数挟在することが確認されました。日本海溝の試料中の厚いタービダイトは試料中に挟在する十和田山起源の十和田aテフラとの位置関係から仙台平野に遡上した津波堆積物の層序（例えば、Sawai *et al.*, 2012）と似ていることがわかりました。また、海溝陸側斜面下部の試料では、挟在する榛名山起源の榛名-伊香保テフラと地磁気永年変動曲線を用いた試料間対比から、岩手県沖ではタービダイトが対比可能であることもわかってきたほか、タービダイトが岩手県沖よりも宮城県沖の方が高い頻度、短い時間間隔で堆積していることもわかってきました。

一方で、より水深の浅い前弧海盆域では2011年の地震・津波による堆積層が形成されたことが報告されています（例えば、Ikehara *et al.*, 2011, 2014; Arai *et al.*, 2013）

が、堆積物コアに見られる同様の堆積層の挟在頻度は低いこともわかりました。これは、地震や津波で形成された堆積層がその後の過程の中で破壊されたことを示唆します。このことは、地震や津波によって形成された堆積層がきちんと残っている場所から研究用の試料を採取することが重要であることを示しています。

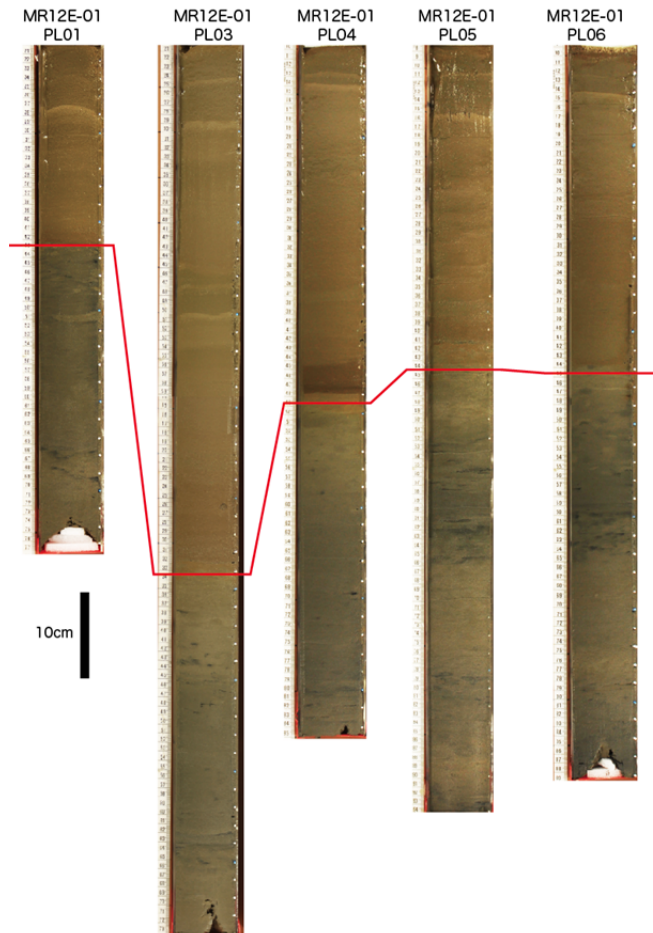


図1 日本海溝底から採取された表層堆積物コア写真
赤線より上部が2011年東北地方太平洋沖地震により形成されたタービダイト。

3. 今後の課題

本研究の結果、日本海溝や海溝陸側斜面下部の平坦面の海底堆積物は、日本海溝沿いの地震・津波をイベント堆積層として記録している可能性が高いことがわかりました。これらの場所では、海溝に沿って小さな堆積盆が連なっていて、それぞれの堆積盆に近傍斜面起源のタービダイトが堆積していると考えられます。これらの堆積盆中のタービダイト同士が対比できる可能性が確認できましたので、一つの地震・津波イベントで形成されたタービダイトの空間分布を把握できる可能性があります。1993年北海道南西沖地震の例（下川・池原、2002）などを参考にすると、地震性タービダイトの分布は余震域にほぼ対応していますので、空間分布は破壊領域の分布に対応し、さらにその大きさは地震の規模に対応している可能性があります。すなわち、日本海溝沿いの小海盆には、過去の地震の発生時期、発生領域と規模が記録されている可能性があるということになります。今後、この

海域からの堆積物コアの採取を進め、この可能性を検証することが必要です。

この研究においては、水深 5,000m を越える海底堆積物についての詳細な年代決定技術の確立が必要です。海洋生物起源の有機物のみを用いた放射性炭素年代測定などが有望な技術として挙げられます。また、水深 7,000m を越える日本海溝底から十分な長さの堆積物コア試料を採取できる調査システムの整備も重要です。そして、反射法地震探査記録など高分解能な表層地下構造探査記録と有機的に連結することで、日本海溝域の地震・津波に関連した堆積作用の詳細像を把握し、堆積物コアから得られる地震・津波履歴の結果と比較検討することが必要です。

一方、地震動と斜面の安定性や混濁流の発生の間関係は、斜面域の海底地形や斜面を覆う堆積物の特徴、地震動の大きさなどにより、場所によって異なると考えられます。したがって、どのような地震・津波イベント堆積物が形成され、それがどう堆積物中に記録されるかの理解は、それぞれの場所で検討せねばなりません。東北沖の海底では、2011年の地震・津波に伴ってどのような堆積物が形成されたかはある程度わかってきています(例えば、Ikehara *et al.*, 2011, 2014; Arai *et al.*, 2013; Oguri *et al.*, 2013 など) が、これらがどのように残されていくかは別問題です。地震・津波によるイベント堆積物の形成機構と保存機構の両方の面から検討を続けることが重要です。

引用文献

- Arai, K., H. Naruse, R. Miura, K. Kawamura, R. Hino, Y. Ito, D. Inazu, M. Yokokawa, N. Izumi, M. Murayama and T. Kasaya, Tsunami-generated turbidity current of the 2011 Tohoku-Oki earthquake: *Geology*, **v. 41**, p.1195-1198, doi:10.1130/G34777.1, 2013.
- Ikehara, K., T. Irino, K. Usami, R. Jenkins, A. Omura and J. Ashi, Possible submarine tsunami deposits on the outer shelf of Sendai Bay, Japan resulting from the 2011 earthquake and tsunami off the Pacific coast of Tohoku: *Marine Geology*, **v. 358**, p.120-127, doi:10.1016/j.margeo.2014.11.004, 2014.
- Ikehara, K., K. Usami, R. Jenkins and J. Ashi, Occurrence and Lithology of Seismo-Turbidites by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake: *Abstracts of Fifth International Symposium on Submarine Mass Movements and Their Consequences*, p.74, 2011.
- Oguri, K., K. Kawamura, A. Sakaguchi, T. Toyofuku, T. Kasaya, M. Murayama, K. Fujikura, R.N. Glud and H. Kitazato, Hadal disturbance in the Japan Trench induced by the 2011 Tohoku-Oki Earthquake: *Scientific Reports*, **v. 3**, p.1-6, doi:10.1038/srep01915, 2013.
- Sawai, Y., Y. Namegaya, Y. Okamura, K. Satake and M. Shishikura, Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology: *Geophysical Research Letters*, **v. 39**, L21309, doi:10.1029/2012GL053692, 2012.
- 下川浩一・池原 研, 堆積物に残された古地震, 大竹政和・平 朝彦・太田陽子編「*日本海東縁海域の活断層と地震テクトニクス*」: 95-108, 東大出版, 2002.