

海底地震計を用いた2011年東北沖地震震源域における地震活動モニタリング Monitoring of seismic activity around the source region of the Tohoku-oki earthquake by ocean bottom seismometers

篠原 雅尚^{1*}; 山田 知朗¹; 中東 和夫²; 町田 祐弥³; 眞保 敬⁴; 望月 公廣¹; 塩原 肇¹; 村井 芳夫⁵; 日野 亮太⁶; 伊藤 喜宏⁷; 佐藤 利典⁸; 植平 賢司⁴; 八木原 寛⁹; 尾鼻 浩一郎³; 小平 秀一³
SHINOHARA, Masanao^{1*}; YAMADA, Tomoaki¹; NAKAHIGASHI, Kazuo²; MACHIDA, Yuya³; SHIMBO, Takashi⁴; MOCHIZUKI, Kimihiro¹; SHIOBARA, Hajime¹; MURAI, Yoshio⁵; HINO, Ryota⁶; ITO, Yoshihiro⁷; SATO, Toshinori⁸; UEHIRA, Kenji⁴; YAKIWARA, Hiroshi⁹; OBANA, Koichiro³; KODAIRA, Shuichi³

¹ 東京大学地震研究所, ² 神戸大学, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ 防災科学技術研究所, ⁵ 北海道大学, ⁶ 東北大学, ⁷ 京都大学防災研究所, ⁸ 千葉大学, ⁹ 鹿児島大学

¹Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, ²Kobe University, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ⁵Hokkaido University, ⁶Tohoku University, ⁷Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, ⁸Chiba University, ⁹Kagoshima University

The 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake occurred at the plate boundary between the Pacific plate and the landward plate on March 11, 2011, and many aftershocks followed the mainshock. To obtain a precise aftershock distribution is important for understanding of mechanism of the earthquake generation. In order to study the aftershock activity of this event, we carried out extensive sea floor aftershock observation using more than 100 ocean bottom seismometers (OBSs) just after the mainshock. Four days after the mainshock, we started to deploy seventy-two OBSs in the source region. Consequently, we observed the aftershocks at 121 sites including the pre-installed OBS sites in total (1st term). The observation area covered the source region of the mainshock with OBS interval of 25 km. Some OBSs were recovered in late April and deployment of OBSs to the same position were carried out (2nd term). In June, almost of the deployed OBS were recovered and we concentrated observations with OBSs in off-Miyagi and off-Boso regions (3rd term). Observations in both areas were terminated in September 2011. There is a possibility that spatial and temporal changes of seismic activity occur due to the recovery process of plate coupling. To detect spatiotemporal changes of the seismic activity, we deployed 40 long-term OBSs (LT-OBSs), which have observation duration of one year, in the whole source region, and started monitoring of seismic activities in the source region (4th term). In April 2012, other 40 LT-OBSs were deployed in the southernmost source region to increase spatial density of the network. In October and November 2012, all the LT-OBSs on seafloor were recovered, and spatial high dense network by using 40 LT-OBSs was deployed with OBS interval of approximately 20 km in the off-Fukushima region (5th term) in November 2012. After one-year seafloor observation, the network off Fukushima was retrieved. In September 2013, we deployed 30 LT-OBSs in off-Miyagi and off-Iwate regions to monitor seismic activity (6th term). These LT-OBSs were successfully recovered in October in 2014, and we continue seafloor seismic observation in the off-Miyagi region with 18 sites from October 2014.

We selected events whose epicenter is located below the OBS network from the JMA earthquake catalog, and P and S-wave arrival times were picked from the OBS data. Hypocenters were estimated by a maximum-likelihood estimation technique with one dimensional velocity structures. Thickness of sedimentary layer, which changes at each OBS site was evaluated and the estimated travel times by the location program were adjusted. From the observations in the 1st and 2nd terms, a precise aftershock distribution for approximately three months were obtained. The aftershocks form a plane dipping landward in the whole area. Comparing our results to velocity structures by marine seismic surveys, there is no aftershock along the plate boundary in the region off Miyagi, where a large slip during the mainshock is estimated. A plate coupling in this region may change due to occurrence of the mainshock. Activity of aftershocks within the landward plate above the source region is high and many aftershocks within the landward plate have normal fault type or strike-slip type mechanism. Within the subducting oceanic plate, most of earthquakes has normal fault type or strike-slip type mechanism. Using hypocenter distribution by long-term observation from the autumn 2011, we compare locations of the hypocenters with those of the aftershock just after the mainshock. In the aftershock distribution, the low-seismicity region is recognized at the plate boundary in the off-Fukushima region. The long-term observations show the seismicity is not low in the identical region. On the other hand, seismic activity along the plate boundary in off-Miyagi region was still low until the end of the long-term observation carried out from 2011 to 2012.

2011年東北沖地震の震源域海底で起こったこと:海底長期観測の成果と展望 What long-term seafloor observations told us about the 2011 Tohoku-Oki Earthquake

日野 亮太^{1*}
HINO, Ryota^{1*}

¹ 東北大学
¹Tohoku Univ.

A number of important aspects of the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0) were clarified by the seafloor observation above the rupture area of the earthquake. The most important observations were the extraordinarily large coseismic displacements, putting strong constraint on the processes of the fault rupture and tsunami generation. Continuous monitoring of ground motion using seismometers and pressure gauges clarified that gradual acceleration of the aseismic slip took place not only in the vicinity of the hypocenter of the eventual mainshock but also in the updip side of it. In addition, the seafloor instruments detected several unexpected phenomena associated with the earthquake. One of the instruments was displaced by about 1 km and detected large pressure and temperature excursions beginning three hours after the mainshock occurrence. These observations gave a strong evidence for the occurrence of tsunami-generated turbidity current in the area. Sediments trapped by the outer-shells of these instruments also helped to identify the origin and path of the flow. Including these non-seismological/geodetic ones, pre- co- and post-seismic observations are invaluable to characterize the massive and infrequent event and are still under careful inspection.

We continued seismological and geodetic observation after the earthquake to know postseismic activity. The obtained data indicate that the postseismic crustal deformation field show very complex spatial pattern as compared to those observed by the onshore network. The complexity is caused by large viscoelastic relaxation induced by the huge coseismic slip and makes it difficult to identify the elastic deformation associated with the afterslip along the megathrust, although it is the most important information to understand the behavior of the fault. The situation requires us to enhance the abilities of seafloor monitoring to detect the slip activities on the fault. Detecting slow-slip transient slips is one of the solutions and we started an array of arrays observation including broad-band seismographs to detect and locate slow-slip events and low-frequency tremors, which can happen in the transient process regaining interplate coupling. Another observation we started is direct-path acoustic ranging across the trench axis. Slip rate of the shallow fault can be measured by monitoring the change in distance between the benchmarks on the incoming and overriding plates.

Keywords: 2011 Tohoku-Oki Earthquake, ocean bottom seismology, seafloor geodesy, temperature monitoring

東北地方太平洋沖地震時に日本海溝北部（北緯39.5度付近）で何が起こったのか？ What happened at the northern Japan Trench (around 39.5 N) during the 2011 Tohoku earthquake ?

佐竹 健治^{1*}; 藤井 雄士郎²
SATAKE, Kenji^{1*}; FUJII, Yushiro²

¹ 東京大学地震研究所, ² 建築研究所国際地震工学センター
¹Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo, ²IISEE, Buliding Res Inst

2011年東北地方太平洋沖地震については、地震波・GPS・津波などのデータを使って断層面上のすべり分布のモデルが数多く提案されている。モデルによって最大すべり量やその深さ（東西）方向の位置は異なるものの、いずれも宮城県沖の北緯38度付近に位置している。一方で、沿岸における津波の高さは、約100kmも北の岩手県宮古市付近（北緯39.5度）で最大であった。Satake et al. (2013, BSSA)は、海底水圧計・GPS波浪計・沿岸の水位計などに記録された津波波形について、すべり分布の空間分布に加えて時間変化も推定するインバージョンを実施した。その結果は、地震（破壊開始）から約3分後に海溝軸付近で巨大なすべり（最大69m）が発生し、それが海溝沿いに北へ向かって伝播したことを示したことから、岩手県沿岸で津波の高さが最大になった原因は、海溝軸付近で遅れて発生したすべりであるとした。

一方、地震波解析によると断層運動は最大3分程度で終了していることから、津波から明らかになった震源域の北で遅れて発生した津波の原因は、断層運動ではない可能性もある。Tappin et al. (2014, Marine Geology)は、岩手県沿岸の大きな津波の原因は、海底地すべりであると主張している。彼らの解析では、地震から135秒後に、日本海溝沿いの北緯39.5度付近で長さ40km、幅約20kmにわたって厚さ2kmの斜面が約100m程度上下（回転）し、それによって移動した海底地すべりの総体積は500km³という。

岩手県沖の日本海溝付近では、1896年明治三陸津波地震の際にも大きなすべりが発生した。その際の断層面上のすべり量は10-20m程度で、2011年の時間遅れのすべりよりもさらに大きなすべりが北へ伸びていた。明治三陸地震と東北地方太平洋沖地震の際に断層面がすべったとすると、両方のすべり量の和は20-30m程度になる。2011年の宮城県沖の最大すべりよりは小さいが、約100年の間隔でプレート収束（~8m/100年）の蓄積より大きなすべりが発生したことは不思議である。

岩手県沖の津波波源が断層運動なのか海底地すべりによるのかを明らかにするため、今後の海底地形・地下構造などの海底調査に期待したい。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 日本海溝, 津波, 海底地すべり
Keywords: Tohoku earthquake, Japan Trench, tsunami, submarine landslide

2011年東北地方太平洋沖地震後の海底地形調査から明らかになった海底地形変動分布

Regional distribution of seafloor displacement detected by bathymetric surveys after the 2011 Tohoku-oki earthquake

富士原 敏也^{1*}; 小平 秀一¹; dos Santos Ferreira Christian²; 藤江 剛¹; 海宝 由佳¹; 金田 義行³; 笠谷 貴史¹; 中村 恭之¹; 野 徹雄¹; 佐藤 壮¹; Strasser Michael⁴; 高橋 成実¹; 高橋 努¹; Wefer Gerold²

FUJIWARA, Toshiya^{1*}; KODAIRA, Shuichi¹; DOS SANTOS FERREIRA, Christian²; FUJIE, Gou¹; KAIHO, Yuka¹; KANEDA, Yoshiyuki³; KASAYA, Takafumi¹; NAKAMURA, Yasuyuki¹; NO, Tetsuo¹; SATO, Takeshi¹; STRASSER, Michael⁴; TAKAHASHI, Narumi¹; TAKAHASHI, Tsutomu¹; WEFER, Gerold²

¹ 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター, ²MARUM, Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, ³ 名古屋大学減災連携研究センター, ⁴Geological Institute, ETH Zurich

¹Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, JAMSTEC, ²MARUM, Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, ³Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, ⁴Geological Institute, ETH Zurich

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震 (M_W 9.0) 後より、我々は震源・津波波源域でマルチビーム音響測深海底地形調査を行ってきた。数調査測線は日本海溝を跨いだ既存調査と同一測線を取り、地震前後の海底地形を比較して海溝軸近傍地域の変動を調べた。解析に当たって、用いた海中音速の違いに起因するバイアス的な測深差、測位等による位置オフセットは、地震による変動が小さいと思われる海溝海側斜面において推定し調整した。結果には鉛直方向に数 m、水平方向には 20 m 程度の不確定さがあると思われるものの [e.g. Fujiwara et al., MGR 2014], 2011 年東北沖地震による桁違いに大きい海底地形変動が検出された。北緯 38°05' で海溝軸と交差する震源に近い宮城沖測線の海底地形を比較した結果、海溝軸に至るまで陸側斜面地形が上昇していることがわかった。これはプレート境界に沿った断層破壊が海溝軸まで達し、海底を隆起させたことを示している。海溝軸から陸側へ約 40 km にある斜面の傾斜変換地点までの範囲の陸側斜面最外側部では特に上昇しており、海側斜面に対して平均 10 m 以上高くなっている。陸側斜面最外側部は比較的急斜面であり、斜面での水平変動が正味の隆起に追加の海底上昇効果を引き起こしたものと考えられる。海溝軸沿いに続く急斜面域の地形変動が短波長で大振幅の津波に寄与した可能性がある。地震前後の海底地形の水平ずれを見積もることによって、地震時水平変動は東南東、海溝軸方向に約 50 m と推定された [Fujiwara et al., Science 2011; JpGU 2012]。この測線の海溝軸底では高低差 ±50 m の凹と凸の局所的な地形変化が現れた。この地形変化は、海底面まで達した地震断層とその主断層から分岐した逆断層運動が地殻を変形させたことにより形成されたと解釈される [Kodaira et al., Nature Geosci. 2012; Strasser et al., Geology 2013]。この地形・地殻変形構造の拡がりは、海溝軸横断方向に約 3 km、海溝軸沿いの方向には約 13 km の範囲に収まる。北緯 38°05' 測線から約 50 km 北の北緯 38°35' で海溝軸と交差する測線の海底地形を比較した結果もまた、海溝軸を境にして違いがあり、陸側斜面地形が浅くなっている。しかしながら、変動量は北緯 38°05' 測線に比べて小さく、この地域の地震時変動が比較的小さいことを海底地形観測から示している。北緯 38°05' 測線から約 70 km 南の北緯 37°25' で海溝軸と交差する福島沖測線では、北緯 38°35' 測線よりもさらに海底地形変動は小さい。推定される誤差幅から鑑みて、これらの測線では地形解析のみから水平地形変動の大きさを的確に評価することが難しいと思われる。また、これらの測線上を含めて海溝軸底沿いには、北緯 38°05' 測線上で見られたような明瞭な海底地形の変形構造は、現在までの調査では見られていない。

キーワード: 2011 年東北地方太平洋沖地震, 津波, 日本海溝, マルチビーム海底地形, 海底地形変動

Keywords: 2011 Tohoku-oki earthquake, tsunami, Japan Trench, multibeam bathymetry, seafloor displacement

Spatial extent of sedimentation triggered by the 2011 Tohoku earthquake from short-lived radioisotope data, Japan Trench

Spatial extent of sedimentation triggered by the 2011 Tohoku earthquake from short-lived radioisotope data, Japan Trench

MCHUGH, Cecilia^{1*}; KANAMATSU, Toshiya²; SEEBER, Leonardo³; CORMIER, Marie-helene⁴; BOPP, Richard⁵; IKEHARA, Ken⁶; USAMI, Kazuko⁶
MCHUGH, Cecilia^{1*}; KANAMATSU, Toshiya²; SEEBER, Leonardo³; CORMIER, Marie-helene⁴; BOPP, Richard⁵; IKEHARA, Ken⁶; USAMI, Kazuko⁶

¹Queens College, C.U.N.Y., USA, ²JAMSTEC, Japan, ³Lamont-Doherty Earth Observatory, USA, ⁴University of Rhode Island, USA, ⁵Rensselaer Polytechnic Institute, USA, ⁶Geological Survey of Japan, AIST

¹Queens College, C.U.N.Y., USA, ²JAMSTEC, Japan, ³Lamont-Doherty Earth Observatory, USA, ⁴University of Rhode Island, USA, ⁵Rensselaer Polytechnic Institute, USA, ⁶Geological Survey of Japan, AIST

Extensive work has been conducted along the Japan Trench since the 2011 Tohoku megathrust earthquake and tsunami and much has been learnt as a result of these studies that can be applied regionally and globally to other subduction systems. In 2013, the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology conducted expeditions NT13-02 and NT13-19 to the 2011 Tohoku Mw 9.0 megathrust earthquake and tsunami source, with R/V Natushima in 800-5,900 m water depth. The goal was identifying earthquake-triggered deposits and mapping their spatial and temporal distribution, as a strategy to recognize the sedimentary signature of Tohoku-like events and measure recurrence intervals for seismic hazard assessment. Twenty-four piston cores, 3 to 6 m long, were recovered during the NT13-19 expedition along a 300 km-long portion of the mid-slope terrace. This elongated structure is parallel to the strike of the Japan Trench, and located landward of the frontal prism where deformation is most intense. Faults, sometimes forming steep scarps, define small (5km long) confined basins that were targeted for coring.

Very high activities in $x_s^{210}\text{Pb}$ and concentrations of ^{137}Cs were measured in the upper half-meter of the cores. Detection of ^{134}Cs and enrichment of ^{137}Cs provided a Fukushima signature that was found in the upper 15 cm of several cores. Together with x-ray fluorescence elemental analyses, these radioisotopes provide evidence for multiple pluses of sedimentation triggered by the Tohoku 2011 earthquake and possibly some of its aftershocks, and of older earthquakes that occurred as far back as the last hundred years.

Widespread shaking by the 2011 earthquake induced synchronous fluidization and resuspension of near bottom sediments for ~250 km along the strike of the Japan Trench. Sediment thickness seems to depend on its proximity to the zone of maximum megathrust slip, but could also depend on local topography and supply of unstable sediment. The sediment deposited as a result of the earthquake shaking is homogeneous and lacks bioturbation. The earthquake also generated turbidity currents as evidenced by sand-rich beds. Proximal to the area of maximum megathrust slip, and presumably disruption on the upper plate, the earthquake caused brecciation, dewatering and minor slumping of sediments. Re-suspended sediments were deposited on the seafloor for at least 30 days after the earthquake and likely for much longer.

キーワード: Sedimentation generated by Tohoku 2011 earthquake, spatial distribution and pulses of sedimentation, short lived radioisotopes track sedimentation, Mid-slope terrace, Japan Trench, detection of Fukushima signature in sediments, sedimentation relative to maximum megathrust slip

Keywords: Sedimentation generated by Tohoku 2011 earthquake, spatial distribution and pulses of sedimentation, short lived radioisotopes track sedimentation, Mid-slope terrace, Japan Trench, detection of Fukushima signature in sediments, sedimentation relative to maximum megathrust slip

日本海溝下部陸側斜面における地震性タービダイトの堆積過程と堆積間隔 Generation process of earthquake-related turbidity currents along the mid slope terrace on the Japan Trench inner slope

宇佐見 和子^{1*}; 池原 研¹; 金松 敏也²; McHugh Cecilia³
USAMI, Kazuko^{1*}; IKEHARA, Ken¹; KANAMATSU, Toshiya²; MCHUGH, Cecilia³

¹ 産業技術総合研究所地質情報研究部門, ² 海洋研究開発機構, ³ Queens College, C.U.N.Y
¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² JAMSTEC, ³ Queens College, C.U.N.Y

2011年東北地方太平洋沖地震により、東北沖日本海溝周辺の高底の広範囲にイベント層が堆積したが、そのイベント層の形成の主体となったのは最表層の堆積物の再移動であることが分かってきた。また我々のこれまでの調査から、三陸沖海溝陸側斜面においては2011年の堆積物だけでなく、同様のイベント堆積物が少なくとも過去数千年にわたり繰り返し堆積しており、これらイベント層が過去の巨大地震履歴を記録してきたことが明らかになった (Usami et al., 2014)。今回、我々は、NT13-19次航海およびYK14-E01次航海 (調査範囲: 36.6~40.8° N, 142.8~144.2° E, 水深: 4203~6217 m) において、海溝陸側斜面下部の mid slope terrace (MST) と呼ばれる平坦面上の小海盆から採取した計34本のピストンコアのうち21本を対象に、バルク有機物14C年代測定結果および挟在するテフラ (白頭山苦小牧, B-Tm; 十和田 a, To-a; 榛名伊香保, Hr-FP; 十和田中振, To-Cu; 十和田八戸, To-H) の噴出年代をもとに堆積速度を見積もった。これらのコア試料はすべて、珪藻質細粒堆積物中にタービダイトと考えられるイベント堆積物 (粗粒層) を挟在する。これら粗粒層の1mあたりの挟在頻度はコアごとに異なるが、堆積構造・構成粒子・地形的条件からみて、地震に関連して発生した混濁流から形成されたタービダイトであると考えられる。

MSTの堆積物中のバルク有機物による14C年代値は、コアトップでの年代およびテフラ噴出年代との関連からみて、全体として真の年代より2000年程度古く、そのオフセット値はコアによって多少異なる。しかしオフセット値を考慮すれば、100~200年程度の精度で年代推定できる可能性が示された。半遠洋性泥 (平常時堆積物) の結果のみでのプロットは、一般にコア深度にほぼ比例して直線的な増加を示す。またタービダイト泥の14C年代は一般にその直下の半遠洋性泥より古い年代値を示すことが多いが、さらに1枚下位のタービダイト直下の半遠洋性泥よりは新しい値を示す。以上のことから、これらのタービダイトの構成粒子は、基本的に前回のイベント発生時以降に新たに海底に堆積した表層堆積物が主体になっていることが示唆される。(巨大)地震が起きるごとに、前回の地震以降に斜面に堆積した表層堆積物を中心とした粒子を起源とする混濁流からMSTのタービダイトが形成されたという堆積パターンが考えられる。

本研究の調査範囲のMSTにおいては、一般に約38.5° N付近よりも南部のコアにおいて比較的タービダイトの挟在頻度が高く、北部でやや挟在頻度が低い。堆積速度がほぼ同一のコアで比較しても、挟在頻度が南部のほうが高い傾向にあることから、タービダイト堆積イベントの発生間隔が南部で短い可能性が示唆される。これまでの結果からみて、この海域のMSTにおいて各タービダイトの堆積年代を100年程度の精度で推定するためには、半遠洋性泥およびタービダイトを合わせた平均堆積速度で、約38.5° N付近より北部で約100 cm/kyr以上、南部で約200 cm/kyr以上程度が必要である。

キーワード: 地震, 日本海溝, タービダイト, テフラ, 14C年代
Keywords: earthquake, Japan Trench, turbidite, tephra, 14C age

3.11 東北震災津波以降における三陸沿岸域底質環境変化 Sub-bottom environmental change around the Sanriku coastal area after the 3.11 Tohoku Earthquake and tsunami.

坂本 泉^{1*}; 横山 由香¹; 飯島 さつき¹; 井上 智仁¹; 荒川 拓也¹; 八木 雅俊¹; 根元 謙次¹;
藤巻 三樹雄²

SAKAMOTO, Izumi^{1*}; YOKOYAMA, Yuka¹; IJIMA, Satsuki¹; INOUE, Tomohito¹; ARAKAWA, Takuya¹;
YAGI, Masatoshi¹; NEMOTO, Kenji¹; FUJIMAKI, Mikio²

¹ 東海大学海洋学部, ² 沿岸海洋調査株式会社

¹School of Marine Science and Technology, Tokai Univ., ²COR

011年3月11日の東日本大震災では東北地方太平洋沿岸域に甚大な被害をもたらせた。東海大学では「東北マリンサイエンス拠点形成事業プロジェクト」の一環で、JAMSTECとともに瓦礫マッピングを目的とした現地海洋調査を岩手県・宮城県沿岸域において実施した。調査海域は最も被害の大きかったリアス式海岸の発達する湾を対象に行った。

各湾では1) マルチナロービーム測深(MNB)による精密海底地形調査、2) サイドスキャンソナー(SSS)による海底凹凸イメージ・底質判読調査、3) 高分解能地層探査(SBP)による表層堆積物構造・分布調査、4) スミスマッキンタイヤーによる表層堆積物採取および海底画像撮影、6) バイブルコアリングによる柱状底質試料採取を行った。

特に広田湾では、2012年以降50m間隔の採泥(4-5測線約100点)を春と秋に年2回継続して行っている。また、大船渡湾では、湾口防波堤(現在建設中)を挟んで、沖合と湾内の堆積物・底生生物を対象にした調査を年2回実施している。唐丹湾では、引き波時に形成された大規模剝痕群の経年的変化を観測している。

広田湾におけるSSS調査結果から、気仙川河口南東方向沖に向かい約1kmにかけ強反射帯が分布していることが明らかになった。粒度組成の結果、この強反射帯は砂質礫質の堆積物であり、河口から離れるに従い反射強度は低くなり、粒度組成も泥質に移行する傾向が観測され、気仙川河口から離れた湾奥部では、粒度が細かくなっていく傾向が観察された。また、気仙川河口付近で粒度組成における季節変化が激しいのに対し、湾奥部では変化は乏しいものの、若干ではあるが泥質化している事が判明した。広田湾湾奥部では、津波によって砂質化した表層堆積物が、徐々に細粒化(泥質化)する傾向にある。

陸前高田地区では、嵩上げ工事が急ピッチで進み、多量の土砂が平地に運び込まれ、さらに松原周辺では砂を養浜する計画が進んでいる。今後も高密度な採泥を行うことで、海底の底質環境変化を捉える必要がある。

キーワード: 津波, 底質環境変化

Keywords: tsunami, sub-bottom environmental change

三陸リアス沿岸における海洋物理学研究 A Physical Oceanographic Study of the Sanriku Coastal Seas

田中 潔^{1*}; 道田 豊¹
TANAKA, Kiyoshi^{1*}; MICHIDA, Yutaka¹

¹ 東京大学 大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

東日本大震災で甚大な被害を受けた三陸沿岸は、若布・昆布・牡蠣・帆立貝等の養殖業が盛んである。東京大学大気海洋研究所では震災後、三陸沿岸海洋の物理・化学環境と生物動態、海洋生態系の変動メカニズムを解明し、震災後の漁場の設定や資源量予測に資する科学的知見やデータを提供することを目指している（文部科学省海洋生態系研究開発拠点機能形成事業「東北マリンサイエンス拠点形成事業」）。

その中で、筆者らは岩手県大槌町に立地する臨海研究施設（東京大学大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センター）を拠点にして、沿岸海洋物理の研究を推進している。三陸の養殖は無給餌養殖を特徴とすることから、養殖域に栄養分を運ぶ沿岸流の実態（経路・量・組成など）を解明することは、海洋物理学のみならず、水産学の視点からも極めて重要な課題である。本報では、筆者らが進めてきたこれまでの研究展開と進捗状況を紹介する。

現在は、大槌湾・釜石湾・広田湾の3湾と、その沖合域（大陸棚から大陸棚斜面域）を重点的に、様々な観測を実施している。各湾内では小型調査船や漁船を用いて、ADCP (acoustic Doppler current profiler) による流速観測や、CTD (conductivity temperature depth) プロファイラーによる水温・塩分・深度観測を中心とする観測を実施している。また、沖合では大型船（学術研究船）を利用して、大規模な係留系設置も実施している。同時に、大槌湾（東西8 km、南北3 km）では常時モニタリング観測も実施中である（図参照）。モニタリングデータの多くは、インターネット上で（準）リアルタイム配信をしている（大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センターのウェブサイトにリンクを集約）。

これらの観測体制は震災を機に構築され、国内でもあまり類を見ない、時空間的に非常に高密なものである。そして、これらの成果として、三陸沿岸における海洋循環構造の実態解明が著しく進展した。例えば、典型的なリアス湾である大槌湾では、夏季を中心とする成層期には、顕著な3層構造の海洋循環となり、また、その循環の向きが数時間～数十時間のスケールで頻繁に反転していることなどが明らかになった。

さらに、筆者らは、学術的な課題と社会的な問題を同時に且つ相乗的に解決する方法も、地域社会とともに検討している。養殖施設や定置網など水産施設が多数敷設されている三陸沿岸では、地元の漁業協同組合やその組合員（漁師）の協力なくして観測は出来ない。一方、水産業の現場においては、基礎科学からのアプローチでしか解決できない問題が多く見られる。例えば、冒頭で述べたように、無給餌養殖域に栄養分を運ぶ沿岸流の実態（経路・量・組成など）を解明するためには、海洋物理学からのアプローチが不可欠である。そのため筆者らは、地元の漁業協同組合（員）に加えて、長年に渡って地域に密着した活動を行っている行政機関（岩手県水産部など）や研究機関（岩手県水産技術センター：旧水産試験場）などと定期的に情報交換をしたり、共同で観測計画を策定したりすることに重点を置いて活動している。また、海洋環境データをインターネット上でリアルタイム配信している試みについては、それを紹介するリーフレットを広く市民に配布する活動なども行っている。

キーワード: 海洋循環, 三陸, 海洋物理学, 東北マリンサイエンス

Keywords: Seawater Circulation, Sanriku, Physical Oceanography, Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences

MIS33-08

会場:102B

時間:5月26日 11:00-11:15



東日本大震災は海洋生態系にどう影響したのか？ What kind of disturbance have Great East Japan Earthquake and Tsunamis given?

北里 洋^{1*}
KITAZATO, Hiroshi^{1*}

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2011年3月11日に起こった地震と津波は、東北日本太平洋沿岸から海溝に到る海洋生態系を攪乱した。東北地方沖合は、海洋生物の宝庫であり、水産業が盛んな地域である。その水産業が壊滅的ともいえる打撃を被ったのである。海洋研究開発機構は東北大学、東京大学大気海洋研究所とともに、文部科学省の補助金による東北マリンサイエンス拠点形成事業を実施している。このプロジェクトは、地震と津波で攪乱された海洋生態系とその回復過程をモニタリングするだけでなく、その成果を水産業の復興に役立てることを目指している。本講演では、東北マリンサイエンス拠点形成事業で実施していることを紹介するとともに、とくに沖合底層生態系で見られる底層生態系攪乱について議論する。

キーワード: 東北日本沖地震, 津波, 海洋生態系, 液状化, 乱泥流, 再加入

Keywords: Great East Japan Earthquake, Tsunami, Marine Ecosystems, Sediment liquification, Turbidite, Repopulation

三陸沿岸域の海底堆積物における生物攪拌作用：津波後の観察結果から Bioturbation in shallow marine deposits along Sanriku Coast after the 2011 tsunami disturbance

清家 弘治^{1*}
SEIKE, Koji^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

The huge tsunami waves induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki Earthquake severely affected shallow marine ecosystems along the Pacific coast of northeastern Japan (Seike et al., 2013). This study focuses on sedimentary features (physical and biogenic sedimentary structures) of shallow marine deposits along Sanriku Coast, i.e., Funakoshi and Onagawa bays, northeastern Japan after the 2011 tsunami disturbance. Core samples were observed using X-ray radiography, computed tomography scanning, and grain size analysis to identify temporal changes in the physical and biogenic sedimentary structures following the 2011 tsunami disturbance. At Funakoshi Bay, Iwate Prefecture, sediment coring was conducted in September of 2014. The seafloor sediments of this bay were composed of laminated sandy deposits (tsunami-induced deposits). The upper section (between the surface and a depth of 20 cm) was totally mixed (bioturbated) by burrowing activity of the heart urchin *Echinocardium cordatum*, and contained no physical sedimentary structures. At Onagawa Bay, Miyagi Prefecture, sediment coring was conducted between October 2012 and April 2013 (three observations). The seafloor sediments of this bay consisted of two lithological layers. The upper section was composed of muddy sediments whereas the lower part of the cores (below a depth of 8 cm) consisted of laminated sandy deposits (tsunami-induced deposits). In 2012 and 2013 observations of the bay, burrows produced by benthic animals were seen only in the upper mud layer. In contrast, in 2014 observation, abundant burrows were seen in both the upper mud and lower sand layers. These results from Funakoshi and Onagawa bays indicate that recolonization of large and deep-burrowing animals began within three years of the 2011 tsunami. Also, the intense sediment mixing by large burrowing animals will homogenize the seafloor sediment.

Seike K, Shirai K, Kogure Y (2013) Disturbance of Shallow Marine Soft-Bottom Environments and Megabenthos Assemblages by a Huge Tsunami Induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki Earthquake. PLoS ONE 8(6): e65417. doi:10.1371/journal.pone.0065417

キーワード: 津波, 生物攪拌, バイオターベーション, 三陸, 堆積物, 浅海
Keywords: tsunami, bioturbation, burrow, Sanriku, sediment, shallow marine

大槌湾沖合における海底環境の長期連続観測 Long term monitoring of bottom environments off Ohtsuchi Bay

小栗一将^{1*}; 古島靖夫¹; 豊福高志¹; 笠谷貴史¹; 渡邊修一¹; 藤倉克則¹; 北里洋¹
OGURI, Kazumasa^{1*}; FURUSHIMA, Yasuo¹; TOYOFUKU, Takashi¹; KASAYA, Takafumi¹; WATANABE, Shuichi¹; FUJIKURA, Katsunori¹; KITAZATO, Hiroshi¹

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

【はじめに】

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震と津波によって、海底の環境も大きな変動を受けた。地震後、宮城県沖の陸棚から日本海溝に至る広い範囲において、海底付近で強い濁度が観測され (Kawagucci, et al., 2012; Noguchi et al., 2012)、海底には乱泥流により形成されたと考えられるイベント堆積層が確認された (Arai et al., 2013; Oguri et al., 2013)。また、青森県八戸市の沖合では、底生有孔虫の群集組成などから、水深 200m 付近まで津波の影響による堆積物や生物相の再移動が生じたことが示唆された (Toyofuku et al., 2014)。このような大規模な地震が生じた後に、生物相を含む海底環境はどのように変化するのか、あるいは回復するのかを明らかにするため、岩手県沖の大槌湾、水深 300 m と 998 m にて長期観測海底ステーションで観測を行った。

【方法】

観測にあたり、チタン製のフレームに流向流速・CTD・DO・濁度計 (Aanderaa RD600)、LED 光源付きハイビジョンカメラシステム (自作) とリチウムイオン電池モジュール (自作) を搭載したステーションを開発した。センサ類は海底面から高さ 2.5 m のフレーム部に取り付け、物理・化学データを一時間間隔で取得するよう、またカメラは高さ 1 m の箇所に取り付け、画像を一日間隔、4.5 分間の映像を一週間間隔で撮影するよう設定した。このステーションを、2013年3月12日に大槌湾の水深 300 m の海底に、2012年8月12日に水深 998 m にそれぞれ設置した。前者はトロール船で偶発的に回収されたため、観測期間は 5 ヶ月半となったが、後者は 14 ヶ月の連続観測となった。

【結果と考察】

水深 300 m 地点では、流向・流速は北北東から南南西への成分が卓越し、25 時間の移動平均流速は 0-30 cm/sec であった。温度、水温の変動は大きく、2013年5月初旬には、8℃から2℃に減少、塩分も水温変化にあわせて 33.3 から 32.8 へと減少した。T-S ダイアグラムの解析より、この時期に親潮系の水塊の流入が生じたことが示唆された。溶存酸素濃度 (DO) は 290~250 μM の範囲を示したが、数時間~数日の間に 100 μM 程度に減少、回復する現象が見られた。T-S-DO プロットより、この時には DO の低い、より深い海水が流入したことが考えられる。濁度は4月中旬から5月初旬にかけて短期間の増加が見られた。この時の海底写真には、マリンスノーと思われる粒子が大量に浮遊する様子が見られた。また、衛星リモートセンシングによって確認されたクロロフィル a の増加時期とも一致した。これらから、この時期の濁度増加はプランクトンブルームによるものと考えられる。底生生物で最も多いのはクモヒトデ類で、海底を埋め尽くしていた。このほか、魚類やイソギンチャクなども確認された。

水深 998 m 地点においても、流向は北北東~南南西成分が卓越した。平均流速は 0~15 cm/sec と、300 m 地点より若干小さかった。水温は 3℃、塩分は 34 程度で、安定していた。DO は 25-29 μM と低く、この海域の典型的な酸素極小層の値であった。濁度は、2013年2月以降大きく増加した。しかし画像からは濁りの増加は確認できなかったため、センサがバイオフィリングの影響を受けた疑いがある。海底にはクモヒトデが分布していたが、300 m 地点で見られたものとは種類が異なり、生息密度も低かった。また、観測中の 2012年12月7日には、東北地方太平洋沖地震の余震と思われる、宮城県沖を震源とする地震 (M=7.3) が生じた。この直後、海底には濁りが生じ、海底表面や底生生物が泥で覆われる現象が確認された。しかし、翌日には濁りは晴れ、底生生物群集も地震前と同様の様相を示した。このことから、地震後の攪乱からの底生生物の素早い回復能力が確認された。

本研究は東北マリンサイエンス拠点形成事業の一環として行った。深海における長期現場観測の事例は少ないが、本研究によって、センサによるデータ取得に加えて画像や動画撮影も含めた長期観測は、海洋環境の長・短期変動や、突発的な堆積イベントとそこからの回復過程の解析に、きわめて有用であることも実証された。

キーワード: 海底, 長期観測, 地震, 底生生物群集

Keywords: sea floor, long term monitoring, earthquake, benthic habitat

東北地方太平洋沖地震による下北沖底生生物多様性攪乱 Unexpected type of biodiversity disturbances of benthic ecosystem of off Shimokita after 3.11

豊福 高志^{1*}
TOYOFUKU, Takashi^{1*}

¹ 海洋研究開発機構
¹JAMSTEC

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、東北地方の太平洋沿岸は広い範囲で津波の影響を受けた。下北半島にも高さ10m程度の津波が記録された。リアス式海岸である三陸沖とことなり、下北沖はなだらかな海岸線を持ち遠浅である。海底生態系も異なる影響を受けていると考え調査を行った。2011年8月、学術研究船「淡青丸」KT-11-20航海において、下北沖の海底の様子を観察しながら、海底堆積物を採取した。下北沖の大陸棚部分の水深55m、81m、105mの3点と、深海斜面が急になる水深211m地点において採取した堆積物を分析した。その結果いずれの地点でも堆積物中の深さ数cmから10cm程度までの間に不連続面が認められた。上部には貝殻などが混じっており、粗粒なものを含む淘汰の悪い堆積物であった。81mおよび105m地点では上方粗粒化の堆積構造が認められた。また、今回観察された堆積構造が通常の高流や地震後の2011年5月に起きた台風2号によるものである可能性を排除するため、数値シミュレーションを実施し、津波で引き起こされた海底の各地点における押し波・引き波の速度および台風によって引き起こされる水流の強さを推定し、定常的な高流の影響と比較した。検討の結果、水深105mの地点では津波時に最大78cm/秒の押し波が推定された。また大型に分類される台風2号であっても、水深80mでも約17cm/秒であった。この速度では堆積物表層で観察された粗粒な堆積物は運搬するに至らない、そのため、今回下北沖で観察された堆積構造は一連の津波による流れで形成されたと結論付け、この特徴的な堆積構造を「津波堆積物」と認定した。底生有孔虫類については、水深55mで59種、水深81mで63種、水深105mで49種が同定された。多様性指数は通常より高い傾向を示した。これは様々な生息環境にいた有孔虫が、津波による流れによって運搬され、再堆積したために、異地性の有孔虫群集が同所的に見つかったと考えられる。これに対し、大陸棚から深海に差し掛かる水深211m地点では、21種が同定された。総個体数のうち86%が*Psammosphaera fusca*が寡占し、浅い3地点と比べると逆に多様性の低い群集であった。以上をまとめると、下北沖の海底では津波による激しい潮の流れや攪乱が沖合の生態系に複雑な影響を及ぼしていることがわかった。またその影響は海底地形や生物の種類によってそれぞれ異なり、必ずしも一様でなかったことが学際的なアプローチによって明らかになった。

キーワード: 津波
Keywords: tsunami

巨大地震が三陸底層生態系へ及ぼした影響：東北マリンサイエンス拠点形成事業による漁業復興への取り組み
Impacts on the deep-sea ecosystem off Sanriku from the mega-earthquake and tsunami of 2011: Research by the TEAMS

藤倉 克則^{1*}; 北里 洋¹
FUJIKURA, Katsunori^{1*}; KITAZATO, Hiroshi¹

¹ 海洋研究開発機構

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The Great East Japan Earthquake of March 11, 2011 generated a massive tsunami wave that severely damaged coastal areas of Japan. The earthquake and tsunami of the Great East Japan Earthquake also caused extensive damage to the marine ecosystem including deep-sea off Sanriku region. It means that local fisheries received the devastating damage from this catastrophe. The deep-sea fishing is one of the most important fisheries in this region. In order to help understand and utilize marine ecosystems and fisheries including deep-sea fisheries, JAMSTEC has conducted multidisciplinary researches under the project, Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences: TEAMS as a decadal program beginning in FY 2011 with the Tohoku University and the Tokyo University. JAMSTEC subjects are:

- to estimate the influence of debris on ecosystems and fisheries,
- to reveal the ecology of organisms living on the seafloor in offshore areas,
- to explain how the seafloor environment will change,
- to reveal the state of pollution in the sea by monitoring levels of PCB,
- to create habitat and ecosystem maps,
- to share TEAMS activities and results known to the public (Database).

For progress of these subjects, we have carried out investigations and research mainly in offshore waters using a range of tools and equipment, such as research ships, ROVs and IT technology.

We will present progress activities of TEAMS by the JAMSTEC and would like to discuss how to contribution for reconstruction of local fisheries from science aspects.

東北地方太平洋沖地震が三陸沖日本海溝斜面のメイオフアウナ群集に与えた影響 Effect of the 2011 Tohoku Earthquake on meiofauna inhabiting the landward slope of the Japan Trench off Sanriku

北橋 倫^{1*}; 渡邊 妃美子²; ジェンキンス ロバート³; 野牧 秀隆⁴; 嶋永 元裕⁵; 藤倉 克則⁴;
小島 茂明¹

KITAHASHI, Tomo^{1*}; WATANABE, Himiko²; JENKINS, Robert³; NOMAKI, Hidetaka⁴; SHIMANAGA, Motohiro⁵;
FUJIKURA, Katsunori⁴; KOJIMA, Shigeaki¹

¹ 東京大学・大気海洋研究所, ² 熊本大学・理学部, ³ 金沢大学・理工研究域自然システム学系, ⁴ 海洋研究開発機構, ⁵ 熊本大学・沿岸域環境科学教育研究センター

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ² Faculty of Science, Kumamoto University, ³ School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, ⁴ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), ⁵ Center for Marine Environment Studies, Kumamoto University

深海底は一見一様に見えるにも関わらず、その生物多様性は熱帯雨林に匹敵するほど高い (Hessler & Sanders 1967; Grassle 1989)。それは捕食や底層流などの小スケールの攪乱が頻繁に起こり、異なる遷移段階がパッチ状に存在するためであるとされている (Rex 1981; Levin et al. 2001)。小スケールの攪乱が深海生物に与える影響は様々な分類群で研究されている一方で (Kaminski 1985; Hall 1994; Paterson & Lamshead 1995; Thistle 1998)、大規模な攪乱の影響についての研究は限られている。地震や津波による海底斜面崩壊によって発生する乱泥流 (タービダイト) は深海生物群集への大規模攪乱の一例である (cf. Harris 2014)。

2011年3月11日、三陸沖を震源としたマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生し、震源域を中心とする広範囲でタービダイトの影響が確認されている (Ikehara et al. 2011; Arai et al. 2013)。このような大規模な攪乱は、浅海の生態系だけでなく (e.g. Kanaya et al. 2012; Seike et al. 2013)、深海の生態系にも大きな影響を与えたと予想される。そこで本研究では、深海底において最も生息密度の高い多細胞生物であるメイオフアウナ、特に底生カイアシ類 (ソコミジンコ類) を用いて、大規模攪乱が深海生態系にどのような影響を与えたのかを解析した。

サンプリングは三陸沖日本海溝斜面 (水深 120?5,600 m) において、2011年7月から8月 (地震から4.5ヶ月後) に行われた淡青丸 KT-11-17 次航海 (12 測点)、および「よこすか」YK-11-E06 次航海 (2 測点)、2012年8月 (地震から1.5年後) に行われた KT-12-18 次航海 (12 測点) で行った。得られた堆積物からメイオフアウナを分画し、高次分類群ごとに計数した。メイオフアウナ全体の生息密度は、地震前に同海域で行われた研究 (Shirayama & Kojima 1994) と比較した。さらに、底生カイアシ類 (ソコミジンコ類) については属レベルまで同定し、群集構造解析を行った。

その結果、深海堆積物への大規模な攪乱は、メイオフアウナの堆積物中での鉛直分布パターンに影響するが、メイオフアウナ全体の生息密度に影響しない、もしくはメイオフアウナは大規模な攪乱後、一時的に減少しても、地震後4.5ヶ月以内に速やかに回復することが明らかになった。加えて、三陸沖のソコミジンコ類の群集構造は地震後の1年間、さらに地震前後でも変化していないことが示唆された。これらの結果は、巨大地震が頻発する日本海溝斜面に生息するメイオフアウナは攪乱に対する回復力が強いことを示している。発表では、本研究の背景と結果についてより詳しく説明する。

キーワード: 地震, 攪乱, メイオフアウナ, ソコミジンコ類, 群集構造

Keywords: earthquake, disturbance, meiofauna, harpacticoid, community structure

東北地方太平洋沖地震による三陸沖のマクロベントスへの影響評価 Impact of Tohoku Earthquake on Macrobenthic Fauna: Sanriku Waters

田村 麻衣^{1*}; ジェンキンス ロバート²; 北橋 倫³; 野牧 秀隆⁴
TAMURA, Mai^{1*}; JENKINS, Robert²; KITAHASHI, Tomo³; NOMAKI, Hidetaka⁴

¹ 金沢大学理工学域自然システム学類, ² 金沢大学理工研究域自然システム学系, ³ 東京大学大気海洋研究所, ⁴ 海洋研究開発機構

¹School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, ²School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, ³Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ⁴Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Sanriku experienced the impacts of the Tohoku earthquake, Mw 9.0, and associated tsunami on March 11, 2011. This study investigates the effect of the Tohoku earthquake on the macrobenthos of the Sanriku area (depth range: 120m to 5600m). Core samples were taken 4.5 months after the earthquake struck. Turbidites were prominent in the core samples (Ikehara et al., 2014). To begin with, the macrobenthos in the cores were examined. This was followed by a comparison of this macrobenthic fauna with those before the earthquake (Kojima and Ohta, 1989). The decreasing macrobenthos abundance with water depth at Sanriku is a common observation around the globe (Rex et al., 2006). Post earthquake examinations of the Sanriku small macrobenthos (0.5mm to 1mm) show increased abundance in depths greater than 2000m. In addition, although the thickness of turbidites are not related to the water depth, observations from the current study show that as the thickness of the layer increases the abundance of macrobenthos decreases. There was an absence of large Nematoda (>1mm) in areas covered by more than 3cm thick turbidite layers. While large Arthropoda and mollusks (>1mm) were absent from areas covered by 5cm thick turbidite layers. It is inferred that these may have been transported by erosion or buried by the turbidities.

三陸沖におけるクモヒトデ類の時空間動態：震災前後の分布比較およびランダーによる長期観測 Dynamics of the brittle star population in the continental slope off Sanriku, Northeast Japan

山北 剛久^{1*}; 小栗 一将¹; 横岡 博之²; 池原 研³; 藤原 義弘¹; 古島 靖夫¹; 笠谷 貴史¹; 河戸 勝¹;
土田 真二¹; 渡邊 修一¹; 山本 啓之¹; 北里 洋¹
YAMAKITA, Takehisa^{1*}; OGURI, Kazumasa¹; YOKOOKA, Hiroyuki²; KEN, Ikehara³; FUJIWARA, Yoshihiro¹;
FURUSHIMA, Yasuo¹; KASAYA, Takafumi¹; KAWATO, Masaru¹; TSUCHIDA, Shinji¹; WATANABE, Shuichi¹;
YAMAMOTO, Hiroyuki¹; KITAZATO, Hiroshi¹

¹ 独) 海洋研究開発機構, ² いであ株式会社, ³ 産業技術総合研究所

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), ² IDEA Consultants, Inc., ³ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

クモヒトデの仲間は三陸沖 200m から 600m の間の上部漸深海帯の海底の優占種である。その量は 1m² 当たり 373 個体 (124g) と推定されている (Fujita and Ohta 1989)。そのため、クモヒトデは潜在的に海底の物質循環および食物連鎖についてこの海域で重要な役割を持っていると考えられる。このような種の生態系機能の重要性は近年、広域スケールでの保全計画や持続可能な漁業の観点から注目されている (Yamakita et al. 2015a)。そこで本研究では、三陸地域におけるクモヒトデの時空間動態を明らかにするために、クモヒトデの数とサイズ組成を観測した。そのために我々は海底長期観測プラットフォーム (ランダー) を開発し (Oguri et al. under review)、大槌湾沖の水深 300m と 1000m の地点に沈め、インターバルビデオを用いた計時観測を行った。また、地震前後のクモヒトデの空間分布の変化の有無を明らかにするために、ROV (遠隔操作ロボット) による調査、地質調査の文献、画像、映像についても収集し、同様の解析を行った。

その結果、平坦な海底では主に 3 種 (キタクシノハクモヒトデ *Ophiura sarsii* Lutken, 1855, ホソクシノハクモヒトデ *Ophiura leptocentria* HL Clark, 1911 and ノルマンクモヒトデ *Ophiophthalmus normani* (Lyman, 1879)) が観察され、大型種は調査地によって異なっていた。300m のサイトでは *O. sarsii* が大型種として優占した。ここでは、個体数が減少し、体サイズが増加する傾向が観察された。1000m のサイトにおいては *O. normani* がより低い密度で優占した。この場所は環境が 300m の地点と比較して安定的であるにもかかわらず、体サイズと個体数の急な変化が観察された。

過去の研究の成長速度との比較から、我々の浅いクモヒトデ群集についての結果は個体の成長と対応したと考えられた。また、深い調査地の個体数減少の理由としては濁度の増加と生物体の埋没が考えられ、その一部に中規模の地震と関連した例があった。また、地震の前後のクモヒトデの分布比較から、海底谷の瓦礫の増加以外に (Yamakita et al. 2005b)、種分布の明白な変化はなかった。しかし、サイズ分布の相違が予備的な結果から観察されている。さらなる解析とより多くのサンプルの収集がこの違いを明らかにするために必要である。また、クモヒトデの加入プロセスと深い調査地での詳細な環境変化の検出のために、さらに高分解能の画像が必要である。

Fujita, T., & Ohta, S. (1989). Spatial structure within a dense bed of the brittle star *Ophiura sarsi* (Ophiuroidea: Echinodermata) in the bathyal zone off Otsuchi, Northeastern Japan. *Journal of the oceanographical Society of Japan*, 45, 289-300.

Yamakita, T., Yamamoto, H., Nakaoka, M., Yamano, H., Fujikura, K., Hidaka, K., et al. & Shirayama, Y. (2015a). Identification of important marine areas around the Japanese Archipelago: Establishment of a protocol for evaluating a broad area using ecologically and biologically significant areas selection criteria. *Marine Policy*, 51, 136-147.

Yamakita, T., Yamamoto, H., Yokoyama, Y., Sakamoto, I., Tsuchida, S., Lindsay, D., et al. & Kitazato, H. (2015b). Distribution of the marine debris on seafloor from the primary report of five cruises after the Great East Japan Earthquake 2011 IN: *Marine Productivity: Disturbance and Resilience of Coastal Socio-Ecosystems*. Eds. Ceccaldi, H. et al. Springer in press

キーワード: 個体群動態, 空間分布, クモヒトデ, 東日本大震災 2011.3.11, 長期観測ランダー

Keywords: Population dynamics, Spatial distribution, Ophiuroidea, The 2011 Great East Japan Earthquake, Long-term sea-

MIS33-16

会場:102B

時間:5月26日 14:45-15:00

bottom observation platforms lander

「海溝軸まで及んだ東北地方太平洋沖地震の地震断層」は地すべり Extensive fault rupture reached Japan trench is landslide

中田 高^{1*}; 後藤 秀昭²; 徳山 英一³
NAKATA, Takashi^{1*}; GOTO, Hideaki²; TOKUYAMA, Hidekazu³

¹ 広島大学名誉教授, ² 広島大学, ³ 高知大学

¹Professor Emeritus, Hiroshima University, ²Hiroshima University, ³Kochi University

2011年東北地方太平洋沖地震の発生源となった断層(地震断層)について、発表者ら(Nakata et al., 2012ほか)は、海上保安庁やJAMSTECが取得したマルチナロービームデータから作成した3D画像の解析をもとに、海溝陸側斜面下部には三陸中部沖から茨城県沖にかけて連続する長大な海底活断層が活動したものであると考えている。これに対してJAMSTEC(2012)は、地震前後の海溝軸近傍の海底地形や地下構造の変化から、「海溝軸まで及んだ東北地方太平洋沖地震の地震断層」によって陸側斜面一帯が海溝軸方向に50m水平移動したとした。

そもそも、JAMSTEC(2011)は地震後の海底地形調査結果をもとに、地震後に海溝軸付近で認められ地形の高まりは海底地すべりに伴う地形変動であるとの見解を示していた。これがその後、地震前後の地下構造変化を考慮した結果、「海溝軸まで及んだ地震断層」となったものであるが、反射断面(JAMSTEC, 2012)に描かれた海底(海溝軸)に達した断層は鮮明とは言えるものではなく、海溝陸側斜面基部の太平洋プレートと北米プレートの境界にある断層が海溝軸を埋める堆積層中に向かって一旦深度を増した後に上方に分岐するように描かれており、地震断層とするには極めて不自然な解釈である。

発表者らは、JAMSTECから提供を受けた地震前後のマルチナロービームデータをもとに、日本海溝周辺の地震前後の3Dアナグリフ画像を作成し、広域にわたって地形変化を面的に検討した。この結果、JAMSTECの主張する「海溝軸まで及んだ地震断層」は、北緯38度から38.2度の間の海溝軸に限って認められる地すべり地形であることが明らかになった。

日本海溝の陸側海溝斜面には多数の地すべり地形が発達しており、そのうち東経143.5度から143.9度、北緯38.2度より南に広がる大規模な地すべりが発達している。このため、海溝陸側斜面基部は地すべりのつま先(toe)の部分にあたっている。JAMSTECの地震前後の地形の比較断面は、東経143度、北緯38.1度付近にある差渡し約3km、海溝底からの比高250m程度の地すべりを横切っており、これが地震に伴って大きく再崩壊を起こした。この地すべりを含む北緯38度から38.2度の間の海溝陸側斜面基部が連続的に崩壊し、地すべり移動体あるいは深層崩壊による滑り面に沿った回転移動体と思われる高まり列が海溝底に地形変化をもたらした。

一方、発表者ら(Nakata et al., 2012ほか)が主張する海溝陸側斜面下部に位置する大規模な断層崖(撓曲崖)の基部には、とこどこで軽微な地形変化が認められる。このような地形変化が地震に伴う断層変位であるか否かについては、さらに詳細に検討したい。

2011年東北地方太平洋沖地震の震源断層の推定にとって重要な情報が不正確なものであれば、その影響は小さくない。広く受け入れられている作業仮説にとって都合であった情報が間違っていた場合、その仮説は再検討される必要がある。

キーワード: 日本海溝, 海底じすべり, 海底活断層, 2011年地震

Keywords: Japan trench, submarine landslide, submarine active fault, 2011 Earthquake

宮城・岩手県沖における水深 200 m~3000 m の海底地形と海底下地質構造 Seabed topography and subbottom images from 200 m to 3,000 m in water depth, off Miyagi and Iwate prefectures

仁田 彩³; 笠谷 貴史¹; 三浦 誠一^{1*}; 川村 喜一郎²

NITTA, Sayaka³; KASAYA, Takafumi¹; MIURA, Seiichi^{1*}; KAWAMURA, Kiichiro²

¹ 山口大学/現在:応用地質株式会社, ² 海洋研究開発機構, ³ 山口大学・海洋研究開発機構

¹ Yamaguchi University/Present:OYO, ² JAMSTEC, ³ Yamaguchi University/JAMSTEC

2011年3月11日牡鹿半島の東南東約130 km 付近の深さ約24 km を震源とする東北地方沖太平洋地震が発生した。その断層運動による海溝軸付近から陸側斜面の地殻変動が海底地形調査、地震探査や海底GPSによって明らかにされた(Sato et al., 2011 など)、東北地方沖太平洋地震などの最近の断層運動や地殻変動に伴う変形構造は、海底表層に変形構造として記録される。海底表層の変形構造は、サブボトムプロファイラー(以下SBP)を用いた調査によって明らかにすることができるが、東北沖において系統だててSBPデータ解析は行われていない。

そこで本研究では、宮城・岩手県沖水深200 m~3000 m の海域で得られたSBP、マルチナロービーム測深器(以下、MBES)、マルチチャンネル地震探査(以下、MCS)データを用いて、宮城・岩手県沖での活構造の分布域を詳細に記載した。それに基づいて、この海域での最近の海底変動の分布域やその活動変遷を明らかにした。

今回解析に用いたデータは、MBESによって得られた詳細な海底地形データ、SBPによって得られた数十mスケールの海底表層の堆積・変形構造データ、MCSによって得られた数百mスケールの地質構造データの3つである。SBPの総解析測線数は、101測線であった。

研究の結果、以下のことが明らかになった。

- 1) MBESデータでは、北緯38度45分以南にリニアメントの集中が見られた。これはクリープ変形と考えられる。
- 2) SBPデータ解析では、様々な枚数の非変形上部被覆層を持つ変形構造が観察された。この解析で得られた活構造分布は、北緯38度5分以南のバルジ南東に集中する。また、北緯38度40分から北緯37度50分の範囲で斜面上部に不整合が確認された。ここで述べる活構造は、埋没していない変形構造と、非変形上部被覆層が2枚以下で累積変異を持つ変形構造である。
- 3) MCSデータでは、沈降域と相対的な隆起部が観察された。これは、MBESデータで得られた帯状の尾根部と一致する。また、600 mに及ぶと概算される断層が複数確認された。

以上の結果に基づいて、以下のように考察を行った。

- 1) SBPで得られた活構造分布図とMBESで得られた地形的特徴とに基づいて、3つの領域に区分される活動域(領域a, b, c)を認定した。
- 2) 領域aは、牡鹿半島の南東約50 kmに、約300 km²で分布する。表面被覆層の変形構造から判断すると、継続した変動を示しており、現在も活動的であると推測される。
- 3) 領域bは、領域aの東に位置し、約500 km²で分布する。この領域も領域aと同様の特徴を示す。領域aとbの間には、褶曲帯が存在し、領域aがより速い速度で活動(移動)していると推測される。
- 4) 領域cは、領域bの北に位置し、約900 km²以上で分布する。変形構造から判断すると、一旦活動を休止した期間があると推測されるが、現在も活動的である。
- 5) 領域bの東端にはArai et al. (2014)による長期的な沈降域が存在し、この沈降域の活動により領域bが活動すると考えられる。Arai et al. (2014)では、沈降は造構性浸食に起因するとされる。造構性浸食により海溝陸側斜面が削剥を受けることで、その上部に位置する領域bが沈降し、沈降した域のマスバランスを保つため、重力によって領域bの斜面上部に位置する領域aが東側に移動すると考えられる。

東北沖地震性タービダイトコアの古地磁気永年層序 Stratigraphy of seismo-turbidite assisted by paleomagnetic secular variation in 2011 Tohoku- oki earthquake rupture zone

金松 敏也^{1*}; 宇佐見 和子²; 池原 研²; McHugh Cecilia³
KANAMATSU, Toshiya^{1*}; USAMI, Kazuko²; IKEHARA, Ken²; MCHUGH, Cecilia³

¹ 海洋研究開発機構, ² 産業技術総合研究所, ³ ニューヨーク市立大学
¹JAMSTEC, ²AIST, ³City University of New York

東北地方太平洋沖地震に関連して混濁流が発生し、斜面を流れ下ったと考えられている。こういった混濁流は広く斜面の小海盆でトラップされ地震記録として保存されると考えられ、その層序を知る事で過去の地震履歴を復元できる事が期待されている。日本海溝の下部陸側斜面に発達する平坦面 (Mid slope terrace) には沈み込む海洋プレートの複雑な構造に起因して形成された小海盆が発達しており、この小海盆群で過去の東北地震発生の時空間的分布復元ができるか知るため広い範囲から採泥調査をおこなった。採取されたコアは珪藻質細粒堆積物からなり、ほとんどのコアにタービダイトの挟在が見られた。また歴史時代に噴出したテフラがパッチ状あるいは層状に挟在し、さらにいくつかのコアでは堆積速度が比較的一定である事が確認されている (宇佐見ほか 2014)。火山灰層準を基準にそれぞれのコアの深度方向の古地磁気偏角を検討したところ、多くのコアに変動幅 60 度程度で同期した明瞭な変動が見られた。すなわちコアの表層から 6 世紀までに 1 回の東編と 6 世紀付近で西編、また 6 世紀以前に比較的鋭い東編を示す。こういったデータを既存の西南日本の考古地磁気データ、湖堆積物データ、グローバルモデル等と比較すると偏角の変動は 1000 年 B.C. 程度まで対比できる。一方、伏角のデータは永年変化を印画したコアも見られるが不明瞭な場合も見受けられる。これは永年変化伏角の変動周期が、偏角のそれと比べると小さいため堆積物磁化獲得時のフィルタリング効果が働いていると推測される。これらの記録は、これまで東北地方の地磁気永年変化記録が確立されていないため重要な指標となる事が期待できる。さらに大水深のため炭素 14 年代法が適応できない東北沖の深海地震性タービダイト層序の確立に大きく貢献できる事が期待できる。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 日本海溝, タービダイト, 古地磁気永年変化

Keywords: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Japan Trench, turbidite, paleomagnetic secular variation

津波起源混濁流の発生可能性：2011年東北沖地震からの示唆 Possibility for the occurrence of tsunami-generated turbidity currents: Insights from the 2011 Tohoku-Oki Earthquake

新井和乃^{1*}; 成瀬元²; 横川美和³; 入野智久⁴; 池原研⁵; 齋藤有⁶; 林田明⁷; 金松敏也⁸
ARAI, Kazuno^{1*}; NARUSE, Hajime²; YOKOKAWA, Miwa³; IRINO, Tomohisa⁴; IKEHARA, Ken⁵; SAITOH, Yu⁶; HAYASHIDA, Akira⁷; KANAMATSU, Toshiya⁸

¹ 埼玉大学, ² 京都大学, ³ 大阪工業大学, ⁴ 北海道大学, ⁵ 産業技術総合研究所, ⁶ 高知大学, ⁷ 同志社大学, ⁸ 海洋研究開発機構

¹Saitama University, ²Kyoto University, ³Osaka Institute of Technology, ⁴Hokkaido University, ⁵AIST, ⁶Kochi University, ⁷Doshisha University, ⁸JAMSTEC

巨大地震・津波に伴って発生する混濁流堆積物の特徴を明確にすることは、今後の地震・津波履歴の地質記録解析手法の発展や海底表層の物質循環を検討するために非常に重要である。そこで、本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震・津波に伴う海底のイベント堆積物について記載・分析を行い、その特徴を詳細に検討した。さらに、数値モデルを用いて津波起源混濁流が発生する可能性を検討した。

2011年東北沖地震・津波の発生後、三陸沖海底の16地点(水深170-2000m)で表層堆積物の柱状試料を採取し、X線CT、岩相記載、粒度、放射性同位体、古地磁気等の分析を行った。結果として、採取した16地点のうち14地点の最上部にイベント堆積物が認められた。三陸沖海底のイベント堆積物は4種類に区分され、それらは主としてタービダイトと解釈された。イベント堆積物のうち、本震時のタービダイトは南北150km、水深800m以深の広範囲に分布している。これらを堆積させた混濁流は、浅海域に大規模な地すべりが起こった形跡がないことから、巨大津波により巻き上げられた浮遊堆積物から発達した混濁流から堆積した可能性が考えられる(Arai et al., 2013)。そこで、津波起源混濁流の数値モデルを作成し、観測された混濁流の推定流速等と合致するような津波起源混濁流の発生条件を探索したところ、少なくとも平均1.4cm程度(間隙率50%)の堆積物が津波により侵食される必要があることがわかった。さらに、東北沖津波を数値モデル(iRIC ELIMO1.0)を用いて再現し、津波の流速から侵食される堆積物の厚さを推定したところ、仙台湾沖で平均1.8cmとなった。すなわち、2011年東北地方太平洋沖地震津波に匹敵するような巨大津波が発生すれば、津波の海底侵食により巻き上げられた堆積物から深海底で混濁流が発達する可能性は十分にあることが示唆された。

今後、現世ならびに地層中のイベント堆積物についてさらなる解析を行い、東北沖におけるイベント堆積物ならびに津波起源タービダイトの特徴を明らかにしていきたい。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 津波起源混濁流, イベント堆積物

Keywords: Tohoku-Oki earthquake, tsunami-generated turbidity current, event deposit

東北沖における約100年間の地層記録と2011年の海底攪乱の記録 A 100-year stratum record and a 2011 Tohoku-Oki event record in the Japan Trench

藤井 美南²; 川村 喜一郎^{1*}; 小栗 一将³; 豊福 高志³; 金松 敏也³; 村山 雅史⁴; 新井 和乃⁵
FUJII, Minami²; KAWAMURA, Kiichiro^{1*}; OGURI, Kazumasa³; TOYOFUKU, Takashi³; KANAMATSU, Toshiya³;
MURAYAMA, Masafumi⁴; ARAI, Kazuno⁵

¹ 山口大学/現在:荒谷建設コンサルタント, ² 山口大学・JAMSTEC, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ 高知大学, ⁵ 埼玉大学
¹ Yamaguchi University/Present:Aratani CEC., ² Yamaguchi University/JAMSTEC, ³ JAMSTEC, ⁴ Kochi University, ⁵ Saitama University

本研究では、東北地方太平洋沖地震直後に八戸沖、三陸沖、仙台沖から採取された海底表層堆積物について、詳細に記載した。これにより、2011年のイベントによる砂層が表層で観察された。さらに、堆積物の年代を入れることを主目的とし、放射性核種による詳細な解析を行った。

放射性核種による解析では、一般的に、²¹⁰Pbex 濃度の減少率から堆積速度を求めることができる。また、¹³⁷Csの有無によって60年以内に堆積した堆積物か否かを判別することができる。これらの放射性核種から求められた年代論に基づいて、「短期間の堆積作用」として、2011年3月の地震によって生じたと考えられる海底での攪乱に伴う堆積作用を解析した。さらに、古地磁気学的な解析に基づいて、過去約100年間の定常的で穏やかな「長期間の地層記録」を明らかにした。

八戸沖の堆積物は、JAMSTECの「淡青丸」で2011年8月にマルチプルコアで採取された。仙台沖、三陸沖の堆積物は、JAMSTECの「なつしま」で2012年5月にMBARI式ブッシュコアで採取された。これら2つの採泥方法では、海底表層をほぼ不攪乱で堆積物を採取することが可能である。

短期間の堆積作用と考えられるものに、以下のような構造や放射性核種プロファイルが確認された。

1) 八戸沖の陸棚～陸棚外縁では、2011年3月の津波起源によると考えられる粗粒の砂質堆積物が分布していた。この層の²¹⁰Pb解析と生物擾乱等の堆積構造の特徴から、この砂質層は急激に堆積したことが示唆された。しかし、八戸沖陸棚斜面～海底扇状地ではそのような堆積物は確認できなかった。

2) 仙台沖の陸棚斜面では、表層部に西→東、つまり陸側から海側への流れによって堆積した砂質堆積物が見られた。この砂質堆積物は、²¹⁰Pbと¹³⁷Cs解析に基づくと、より下位層の細粒砂層とは不整合の関係にあり、2011年東北地方太平洋沖地震後に発生した津波によるイベント堆積物である可能性が極めて高いと結論付けられた。

3) 三陸沖の海底谷では、²¹⁰Pb解析により表層で短期間に堆積した可能性のある砂層が確認できた。

一方、長期間の地層記録は、以下のようにまとめられた。

1) 八戸海底谷付近の陸棚斜面～海底扇状地では、イベント堆積物は確認されず、定常的な堆積が起きており、圧密も徐々に進行していることが明らかになった。この地域では堆積物粒子の初生構造が乱されていることが考えられ、古流向は判断できなかった。

2) 仙台沖の陸棚斜面では、磁化特性に基づいて、北東→南西の卓越流が示された。この方向は100年以内の底層流の方向を示していると考えられる。

3) 三陸沖の陸側斜面の海底谷底では、磁化特性に基づいて、南東→北西の卓越流が示された。また、²¹⁰Pb解析に基づくと、その堆積速度は、深部で0.061～0.166 cm/yr (0.068～0.076 g/cm²/yr)であったが、表層では0.109 cm/yr (0.045 g/cm²/yr)であった。

以上のように、東北沖では、今まで議論されてきた仙台沖の深海イベント堆積物が三陸沖陸棚斜面にも確認されたが、八戸沖では陸棚までしか到達していないことが明らかとなった。

三陸沖の2011年東北沖地震・津波イベント堆積物の経年変化 Temporal change of the 2011 Tohoku-oki earthquake- and tsunami-related event beds at off Sanriku forearc region

池原 研^{1*}; 宇佐見 和子¹

IKEHARA, Ken^{1*}; USAMI, Kazuko¹

¹産総研・地質情報

¹Geological Survey of Japan, AIST

2011年東北沖地震とそれに伴う津波による海底堆積物の層相変化やイベント堆積物の形成は、浅海域から海溝底まで、また、福島沖から青森沖まで広い範囲で報告されている。また、放射性セシウムの堆積物中でのプロファイルは地震・津波直後だけでなく、それ以降にも混濁流が発生した可能性を示した。これらは2011年東北沖地震に伴うイベント堆積物の形成が時空間的に広い範囲で起こったことを示している。浅海域での空間的に広いイベント発生は津波の影響によるものと思われ、一方、深海域での空間的に広いイベント発生は地震動の大きさに関係する可能性がある。また多くのイベント堆積物の放射能測定結果は、イベント堆積物が表層堆積物の再移動により形成されていることを示唆する。しかし、より広範囲で2011年の地震・津波により何が起り、どのようなイベント堆積物が形成されたかを明らかにすることは、イベント堆積物を用いた地震・津波発生履歴の検討にとって重要である。さらに、履歴の検討においてはイベント堆積物の保存が不可欠であるが、4回にわたる同じ地点でのイベント堆積物の採取結果は、底生生物の活動度と堆積速度が保存ポテンシャルに影響を及ぼすことを示唆した。特に堆積速度が大きく、底生生物の活動度の小さい日本海溝陸側斜面下部や日本海溝底は、過去の地震・津波記録を堆積物から解明するによい場の一つである。

キーワード: イベント堆積物, 海底堆積物, 経年変化, 2011年東北沖地震・津波

Keywords: event deposit, marine sediment, temporal change, 2011 Tohoku-oki earthquake and tsunami

2011年東北地方太平洋沖地震後の上部漸深海帯底生生物群集 Effects of mass sedimentation event after the 2011 Tohoku earthquake on benthic organisms in the upper bathyal sediments

野牧 秀隆^{1*}; 望月 智弘²; 北橋 倫³; 布浦 拓郎¹; 新井 和乃⁴; 豊福 高志¹; 菅 寿美¹; 脇田 昌英¹;
田中 源吾⁵; 滋野 修一¹; 田角 栄二¹; 藤倉 克則¹; 渡邊 修一¹
NOMAKI, Hidetaka^{1*}; MOCHIZUKI, Tomohiro²; KITAHASHI, Tomo³; NUNOURA, Takuro¹; ARAI, Kazuno⁴;
TOYOFUKU, Takashi¹; SUGA, Hisami¹; WAKITA, Masahide¹; TANAKA, Gengo⁵; SHIGENO, Shuichi¹;
TASUMI, Eiji¹; FUJIKURA, Katsunori¹; WATANABE, Shuichi¹

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京工業大学, ³ 東京大学, ⁴ 埼玉大学, ⁵ 熊本大学

¹JAMSTEC, ²Tokyo Institute of Technology, ³The University of Tokyo, ⁴Saitama University, ⁵Kumamoto University

We examined the effects of mass sedimentation events caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake on abundances and vertical distributions of prokaryotes and metazoan meiofauna in sediments, using sediment cores collected from eight bathyal stations off Tohoku 1 and 2.5 years after the M9.0 earthquake. Event deposits of 1 to 7 cm thick were observed at the topmost part of the sediment cores at all sampling stations. At some stations, prokaryotic cell abundances were lower in the surface event-deposit layers compared to those in deeper sediments. These variations were explained by environmental parameters such as a sorting factor and mean grain size, suggesting that turbidite sedimentation affected prokaryotic cell abundances. Nematodes had anomalously higher subsurface abundances at the stations where subsurface peak prokaryotic cell numbers were observed. Although there are no corresponding data before the earthquake from the same sites, it is likely that the subsurface peaks in prokaryotic cell numbers and meiofaunal density resulted from the sedimentation events. The effects of sedimentation events on the organisms were observed 2.5 years after the earthquake, indicating that episodic sedimentation events on scales of several centimeters have a large effect on small organisms inhabiting sediments.

キーワード: メイオベントス, 底生微生物, 2011年東北地方太平洋沖地震, 堆積物

Keywords: Meiobenthos, Sedimentary microbe, the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Vertical distribution

岩手県陸前高田市広田湾における震災後の底質経年変化 A secular variation of sub-bottom environment after the 3.11 Tohoku Earthquake and Tsunami disaster around Hirota-Bay

荒川 拓也^{1*}; 坂本 泉¹; 横山 由香¹; 八木 雅俊¹; 飯島 さつき¹; 井上 智仁¹; 根元 謙次¹;
藤巻 三樹雄²

ARAKAWA, Takuya^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YOKOYAMA, Yuka¹; YAGI, Masatoshi¹; IJIMA, Satsuki¹;
INOUE, Tomohito¹; NEMOTO, Kenji¹; FUJIMAKI, Mikio²

¹ 東海大学海洋学部, ² 沿岸海洋調査株式会社

¹School of marine science and technology, Tokai university, ²Costal Ocean Resech

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震およびそれに伴う大津波が発生し、東北地方太平洋側の広範囲にわたり甚大な被害を受けた。本研究では壊滅的な被害が出た岩手県陸前高田市の広田湾において、音波探査記録と粒度組成の対比より湾内の底質環境変化を明らかにしながら、今後の海底環境変化を予想することを目的とする。

東海大学では、2012年度よりサイドスキャンソナーによる海底イメージマッピング、スミスマッキンタイヤによる採泥調査を実施している。以下は2012年度の調査結果である。①気仙川の河口付近から沖合にかけて北西-南東方向に強い反射の部分の帯状に分布している。②表層堆積物の粒度分析により、気仙川の河口付近では砂礫質の堆積物が分布し、イメージマッピングの強い反射の分布と一致している。③強反射域の南側に弱い反射面に特徴づけられる泥質堆積物が分布している。

2013年9月の調査において、河口付近で採取された試料については泥質堆積物であった。これについては同年7月から9月にかけて台風による暴浪や陸上における大雨の影響で、気仙川より大量の土砂が運搬され河口付近に堆積し、暴浪の影響で泥質堆積物の範囲が拡大したことが考える。これらのことから、今後も気象や海象の条件により、底質変化は顕著に表れると推測される。

2013年から2014年にかけては、気仙川河口前面における強反射域が狭まる傾向が確認され、表層堆積物においては含泥率が減少し、含礫率が増加する傾向が見出せる。2014年11月の河口前面における表層堆積物は2012年度調査結果と類似している。一方、強反射域の南側の弱反射域についても、2013年から2014年にかけて分布範囲が拡大する傾向が確認され、表層堆積物は含泥率が増加する結果が見出せた。このことについては、河口付近に堆積している泥や細粒砂が河川水や潮流の影響を受けて沖合方向へ運搬され堆積しているためであると推測される。これらの結果を踏まえ、今後、河口付近においては礫や粗粒砂の割合が増加する一方で、粒子が細かく淘汰の良い砂や泥が運搬され、堆積していると推測される沖合や湾中央部においては、より泥質に変化すると推測される。

一方、湾中央部に関しては、2012年から2014年にかけて底質の大きな変化は確認できず、砂質が優勢の底質で推移した。2013年度調査において、湾中央部の水深9m地点で採取されたコアにおける津波堆積物層下の湾内通常堆積物は、砂泥質であり、現在の表層堆積物とは組成が異なっている。しかし、コア採取地点付近の表層堆積物は、2012年から2014年にかけて含泥率が増加する傾向が見られた。今後は、気仙川河口付近における底質変化の影響により、湾奥部においてもより泥質に変化すると推測される。

キーワード: 津波, 堆積物, 環境

Keywords: Tsunami, Sediment, Environment

岩手県広田湾で採取した柱状試料中の珪藻群集からみた湾内環境の特徴 Characteristic of palaeoenvironment based on the diatom assembles of the core drilled from Hirota bay, Iwate, Japan

井上 智仁^{1*}; 坂本 泉¹; 横山 由香¹; 八木 雅俊¹; 飯島 さつき¹; 松澤 啓之¹; 嵯峨山 積²
INOUE, Tomohito^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YOKOYAMA, Yuka¹; YAGI, Masatoshi¹; IJIMA, Satsuki¹;
MATSUZAWA, Hiroyuki¹; SAGAYAMA, Tsumoru²

¹ 東海大学, ² 道総研地質研究所

¹Tokai university, ²Geol.Survey Hokkaido,HRO

岩手県南東部に位置する広田湾は陸前高田市沖に広がり、面積約 37.1²、最大水深 56m、湾口幅は約 4.8²であり、北西からは気仙川が流入する。2011 年 3 月の東日本大震災では津波により大きな被害をもたらされ、湾内には津波堆積物が堆積している (坂本ほか,2004)。3.11 の津波堆積物の特徴を明らかにする事は、過去の津波履歴を評価する上で重要である。今回は珪藻分析の結果について報告する。

13HV3 コアは 2013 年 9 月 21 日、広田湾湾奥 40° 37' 19.44256" N, 139° 31' 28.26438" E の水深 10.8m の地点で金政丸によりバイブルコアリングにて採取された。本コアの長さは 142cm で深度 142~68cm までは全体的にシルト~極細粒砂で、深度 123~110cm には貝片が多産する中粒砂の層が認められる。深度 68~12cm までは極粗粒砂~中粒砂が下位の泥層を削剥して堆積し、上方細粒化が 3 回認められる。深度 12~0cm はシルトからなる。

鑑定用プレパラートの作成は嵯峨山ほか (2010) の方法を用いた。遺骸は 1000 倍の生物用顕微鏡で 1 試料につき 200 個を鑑定し、海生種、海~汽水生種、汽水生種、汽~淡水生種、淡水生種、絶滅種、不明種に区分した。

分析用試料は、深度 100cm から最上部の 0~1cm までの計 11 個である。深度 70~71cm より上部では汽~淡水生種がほぼ 60~70 % 産出するのに対して、深度 75cm より下部では汽~海生種が 70 % 以上産出する。

深度 75cm より下部のシルト~極細粒砂の海水的環境を示す堆積物は、広田湾の通常堆積物であると推定される。淡水生種が多産する深度 68cm より上部の砂質堆積物は、坂本ほか (2014) により 2011 年の津波起源堆積物と推定している。

また、気仙川前面に位置する 13HV8 コアは既に嵯峨山 (2014) によって珪藻分析の結果が報告されている。13HV8 コアの通常堆積物は汽水的環境を示しており、湾奥部に位置する 13HV3 コアの海水的環境とは異なっており、気仙川から流入する淡水の影響の大きさの違いを示していると考えられる。

今後は深度 100cm より下位の試料を採取し、過去のイベント堆積物の有無を検討する事、また他の採泥試料についても同様に分析していく事が必要であると考えられる。

キーワード: 珪藻, 津波, 堆積物

Keywords: diatom, tsunami, deposit