

## 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<sup>1\*</sup>; 山田 知朗<sup>1</sup>; 中東 和夫<sup>2</sup>; 町田 祐弥<sup>3</sup>; 眞保 敬<sup>4</sup>; 望月 公廣<sup>1</sup>; 塩原 肇<sup>1</sup>; 村井 芳夫<sup>5</sup>; 日野 亮太<sup>6</sup>; 伊藤 喜宏<sup>7</sup>; 佐藤 利典<sup>8</sup>; 植平 賢司<sup>4</sup>; 八木原 寛<sup>9</sup>; 尾鼻 浩一郎<sup>3</sup>; 小平 秀一<sup>3</sup>  
SHINOHARA, Masanao<sup>1\*</sup>; YAMADA, Tomoaki<sup>1</sup>; NAKAHIGASHI, Kazuo<sup>2</sup>; MACHIDA, Yuya<sup>3</sup>; SHIMBO, Takashi<sup>4</sup>; MOCHIZUKI, Kimihiro<sup>1</sup>; SHIOBARA, Hajime<sup>1</sup>; MURAI, Yoshio<sup>5</sup>; HINO, Ryota<sup>6</sup>; ITO, Yoshihiro<sup>7</sup>; SATO, Toshinori<sup>8</sup>; UEHIRA, Kenji<sup>4</sup>; YAKIWARA, Hiroshi<sup>9</sup>; OBANA, Koichiro<sup>3</sup>; KODAIRA, Shuichi<sup>3</sup>

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

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

<sup>1</sup> 東北大学  
<sup>1</sup>Tohoku 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<sup>1\*</sup>; 藤井 雄士郎<sup>2</sup>  
SATAKE, Kenji<sup>1\*</sup>; FUJII, Yushiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 建築研究所国際地震工学センター  
<sup>1</sup>Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo, <sup>2</sup>IISEE, 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500km<sup>3</sup>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<sup>1\*</sup>; 小平 秀一<sup>1</sup>; dos Santos Ferreira Christian<sup>2</sup>; 藤江 剛<sup>1</sup>; 海宝 由佳<sup>1</sup>; 金田 義行<sup>3</sup>; 笠谷 貴史<sup>1</sup>; 中村 恭之<sup>1</sup>; 野 徹雄<sup>1</sup>; 佐藤 壮<sup>1</sup>; Strasser Michael<sup>4</sup>; 高橋 成実<sup>1</sup>; 高橋 努<sup>1</sup>; Wefer Gerold<sup>2</sup>

FUJIWARA, Toshiya<sup>1\*</sup>; KODAIRA, Shuichi<sup>1</sup>; DOS SANTOS FERREIRA, Christian<sup>2</sup>; FUJIE, Gou<sup>1</sup>; KAIHO, Yuka<sup>1</sup>; KANEDA, Yoshiyuki<sup>3</sup>; KASAYA, Takafumi<sup>1</sup>; NAKAMURA, Yasuyuki<sup>1</sup>; NO, Tetsuo<sup>1</sup>; SATO, Takeshi<sup>1</sup>; STRASSER, Michael<sup>4</sup>; TAKAHASHI, Narumi<sup>1</sup>; TAKAHASHI, Tsutomu<sup>1</sup>; WEFER, Gerold<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, JAMSTEC, <sup>2</sup>MARUM, Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, <sup>3</sup>Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, <sup>4</sup>Geological 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、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<sup>1\*</sup>; KANAMATSU, Toshiya<sup>2</sup>; SEEBER, Leonardo<sup>3</sup>; CORMIER, Marie-helene<sup>4</sup>; BOPP, Richard<sup>5</sup>; IKEHARA, Ken<sup>6</sup>; USAMI, Kazuko<sup>6</sup>  
MCHUGH, Cecilia<sup>1\*</sup>; KANAMATSU, Toshiya<sup>2</sup>; SEEBER, Leonardo<sup>3</sup>; CORMIER, Marie-helene<sup>4</sup>; BOPP, Richard<sup>5</sup>; IKEHARA, Ken<sup>6</sup>; USAMI, Kazuko<sup>6</sup>

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

<sup>1</sup>Queens College, C.U.N.Y., USA, <sup>2</sup>JAMSTEC, Japan, <sup>3</sup>Lamont-Doherty Earth Observatory, USA, <sup>4</sup>University of Rhode Island, USA, <sup>5</sup>Rensselaer Polytechnic Institute, USA, <sup>6</sup>Geological 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  $^{137}\text{Cs}$  were measured in the upper half-meter of the cores. Detection of  $^{134}\text{Cs}$  and enrichment of  $^{137}\text{Cs}$  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<sup>1\*</sup>; 池原 研<sup>1</sup>; 金松 敏也<sup>2</sup>; McHugh Cecilia<sup>3</sup>  
USAMI, Kazuko<sup>1\*</sup>; IKEHARA, Ken<sup>1</sup>; KANAMATSU, Toshiya<sup>2</sup>; MCHUGH, Cecilia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所地質情報研究部門, <sup>2</sup>海洋研究開発機構, <sup>3</sup>Queens College, C.U.N.Y  
<sup>1</sup>Geological Survey of Japan, AIST, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>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<sup>1\*</sup>; 横山 由香<sup>1</sup>; 飯島 さつき<sup>1</sup>; 井上 智仁<sup>1</sup>; 荒川 拓也<sup>1</sup>; 八木 雅俊<sup>1</sup>; 根元 謙次<sup>1</sup>;  
藤巻 三樹雄<sup>2</sup>

SAKAMOTO, Izumi<sup>1\*</sup>; YOKOYAMA, Yuka<sup>1</sup>; IJIMA, Satsuki<sup>1</sup>; INOUE, Tomohito<sup>1</sup>; ARAKAWA, Takuya<sup>1</sup>;  
YAGI, Masatoshi<sup>1</sup>; NEMOTO, Kenji<sup>1</sup>; FUJIMAKI, Mikio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東海大学海洋学部, <sup>2</sup> 沿岸海洋調査株式会社

<sup>1</sup>School of Marine Science and Technology, Tokai Univ., <sup>2</sup>COR

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削剥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<sup>1\*</sup>; 道田 豊<sup>1</sup>  
TANAKA, Kiyoshi<sup>1\*</sup>; MICHIDA, Yutaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 大気海洋研究所

<sup>1</sup> 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<sup>1\*</sup>  
KITAZATO, Hiroshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人海洋研究開発機構

<sup>1</sup> 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<sup>1\*</sup>  
SEIKE, Koji<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所

<sup>1</sup> 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<sup>1\*</sup>; 古島靖夫<sup>1</sup>; 豊福高志<sup>1</sup>; 笠谷貴史<sup>1</sup>; 渡邊修一<sup>1</sup>; 藤倉克則<sup>1</sup>; 北里洋<sup>1</sup>  
OGURI, Kazumasa<sup>1\*</sup>; FURUSHIMA, Yasuo<sup>1</sup>; TOYOFUKU, Takashi<sup>1</sup>; KASAYA, Takafumi<sup>1</sup>; WATANABE, Shuichi<sup>1</sup>;  
FUJIKURA, Katsunori<sup>1</sup>; KITAZATO, Hiroshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>JAMSTEC

### 【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、岩手県沖の大陸棚、水深300mと998m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2.5m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1m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日に大槌沖の水深300mの海底に、2012年8月12日に水深998m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300m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  $\mu\text{M}$  の範囲を示したが、数時間~数日の間に100  $\mu\text{M}$  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998m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、300m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  $\mu\text{M}$  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、300m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<sup>1\*</sup>  
TOYOFUKU, Takashi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構  
<sup>1</sup>JAMSTEC

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<sup>1\*</sup>; 北里 洋<sup>1</sup>  
FUJIKURA, Katsunori<sup>1\*</sup>; KITAZATO, Hiroshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Japan 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<sup>1\*</sup>; 渡邊 妃美子<sup>2</sup>; ジェンキンス ロバート<sup>3</sup>; 野牧 秀隆<sup>4</sup>; 嶋永 元裕<sup>5</sup>; 藤倉 克則<sup>4</sup>;  
小島 茂明<sup>1</sup>

KITAHASHI, Tomo<sup>1\*</sup>; WATANABE, Himiko<sup>2</sup>; JENKINS, Robert<sup>3</sup>; NOMAKI, Hidetaka<sup>4</sup>; SHIMANAGA, Motohiro<sup>5</sup>;  
FUJIKURA, Katsunori<sup>4</sup>; KOJIMA, Shigeaki<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>2</sup> Faculty of Science, Kumamoto University, <sup>3</sup> School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, <sup>4</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), <sup>5</sup> 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<sup>1\*</sup>; ジェンキンス ロバート<sup>2</sup>; 北橋 倫<sup>3</sup>; 野牧 秀隆<sup>4</sup>  
TAMURA, Mai<sup>1\*</sup>; JENKINS, Robert<sup>2</sup>; KITAHASHI, Tomo<sup>3</sup>; NOMAKI, Hidetaka<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup>School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, <sup>2</sup>School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, <sup>3</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>4</sup>Japan 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<sup>1\*</sup>; 小栗 一将<sup>1</sup>; 横岡 博之<sup>2</sup>; 池原 研<sup>3</sup>; 藤原 義弘<sup>1</sup>; 古島 靖夫<sup>1</sup>; 笠谷 貴史<sup>1</sup>; 河戸 勝<sup>1</sup>;  
土田 真二<sup>1</sup>; 渡邊 修一<sup>1</sup>; 山本 啓之<sup>1</sup>; 北里 洋<sup>1</sup>  
YAMAKITA, Takehisa<sup>1\*</sup>; OGURI, Kazumasa<sup>1</sup>; YOKOOKA, Hiroyuki<sup>2</sup>; KEN, Ikehara<sup>3</sup>; FUJIWARA, Yoshihiro<sup>1</sup>;  
FURUSHIMA, Yasuo<sup>1</sup>; KASAYA, Takafumi<sup>1</sup>; KAWATO, Masaru<sup>1</sup>; TSUCHIDA, Shinji<sup>1</sup>; WATANABE, Shuichi<sup>1</sup>;  
YAMAMOTO, Hiroyuki<sup>1</sup>; KITAZATO, Hiroshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独) 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> いであ株式会社, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), <sup>2</sup> IDEA Consultants, Inc., <sup>3</sup> 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 1m<sup>2</sup> 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