

仙台湾および仙台平野から採取した堆積物の放射性炭素年代

Radiocarbon ages from sediment samples in Sendai Bay and Sendai Plain

澤井祐紀^{1*}・田村 亨²・中島 礼²
Yuki Sawai^{1*}, Toru Tamura² and Rei Nakashima²

Abstract: We dated sediment samples taken from Sendai Bay and Sendai Plain. The samples had been taken in 2013-2014 using the MEXT budget (Research and investigation on multiple geological hazards caused by huge earthquakes). We removed shells and plant macrofossils from the 2013-2014 samples and measured radiocarbon ages. As the results, in Sendai Bay, ages from shells showed that the short-cores were younger than 1000 cal yr BP. In Sendai Plain, ages from plant macrofossils were not inconsistent with chronology which had previously reported.

Keywords: 2011 Tohoku earthquake, tsunami deposit, Sendai Bay, Sendai Plain, radiocarbon age
キーワード：2011 年東北地方太平洋沖地震, 津波堆積物, 仙台湾, 仙台平野, 放射性炭素年代

1. はじめに

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震以降, 主に機器観測やシミュレーションに頼ってきた津波被害想定の数値観も大きく変化した. 具体的には, 国の中央防災会議(事務局: 内閣府)が, 我が国の今後の津波被害想定において「地質学的な証拠を積極的に取り入れた評価を行うこと」という提言を発表した. これをうけて, 日本全国で自治体主導の津波堆積物調査が行われるようになった. こうした流れの一方で, 津波堆積物に関する研究そのものにも多くの課題が残されている. 例えば, 浅海底における津波堆積物の産状が明らかにされていないことがあげられる. 筆者らは, これらの課題点を踏まえて, 仙台湾における海底堆積物や, これまでの調査で「間違いなく貞観津波の堆積物である」と考えられたものを再検討する調査を行ってきた. 本報告では, これまでに採取された試料について, 「平成 25 年度 沿岸域の地質・活断層調査」の予算を使用して計測した年代測定値を示す. 用いた試料は, 平成 23 年度第三次補正予算「巨大地震・津波災害に伴う複合地質リスク評価」によるものであり, 概要は澤井ほか(2014 印刷中)にまとめている.

2. 仙台湾の海底堆積物

前述のように, 本研究で使用した試料については, 澤井ほか(2014 印刷中)にまとめられている. 2.1 および 2.2 では澤井ほか(2014 印刷中)にも示されている試料の採取方法とその層相変化を要約し, 2.3 において本研究で得られた年代値を示す.

2.1 採取方法

第 1 図に示した 50 地点において, グラブ採泥器による表層海底堆積物採取を実施した. グラブ採泥器は, スミス・マッキンタイア採泥器(採取面積は 30 cm × 30 cm)を使用した. 表層堆積物から判断して柱状堆積物の採取が可能な底質であると判断した場合, 同地点で長さ 1 m 程度の柱状堆積物試料を採取した(ショートコア). ショートコアの採取は, 基本的にグラビティコアラーで実施したが, グラビティコアラーで採取率が悪い場合にはパイロコアラーを使用した. ショートコアは, 合計 44 地点で採取した. グラブ採泥やコアの試掘の結果, 水深が浅すぎるなどによりコア回収が困難と判断された 9 地点は, 同じ測線上の別の地点に振り替えてコアを採取した. 地点 1 は地点 3 と 11 の間, 地点 6 は地点 10 と 9 の間, 地点 16 は地点 18 と 19 の間, 地点 17 は地点 19 と 20 の間, 地点 24 は地点 26 と 27 の間, 地点 36 は

* Correspondence

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門(AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Earthquake and Volcano Geology)

² 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)



第 1 図 仙台湾における調査地点 (澤井ほか, 2014 印刷中より)
 Fig. 1 Index map showing locations of sediment sampling
 (after Sawai et al., 2014 in press).

地点 38 と 40 の間, 地点 37 は地点 40 と 41 の間, 地点 45 は地点 47 と 48 の間, 地点 46 は地点 48 と 44 の間に振り替え, それぞれ地点 1', 6', 16', 17', 24', 36', 37', 45', 46' とした (第 1 図).

2.2 柱状堆積物の概要

仙台湾の海底から得られた 44 点のショートコアは, 七北田川河口沖, 荒浜沖, 名取川河口沖, 広浦沖, 阿武隈川河口沖, 亶理沖の海岸線と直交方向の 6 測線上のものである (第 1 図). このうち, 地点 6', 7, 8, 15, 18, 19 から得られたコア (第 2 図では, それぞれ SND-B- と記載) の概略は以下の通りである.

地点 6' は, 全体的に粘土～砂質シルトからなるが, 深さ約 90cm の層準にシルト質砂～細粒砂が見られる. このシルト質砂～細粒砂の上下で大きく層相が異なり, その下位では生物擾乱が卓越し, 上位ではところどころに斜交葉理が見られる粘土～砂質シルトとなる.

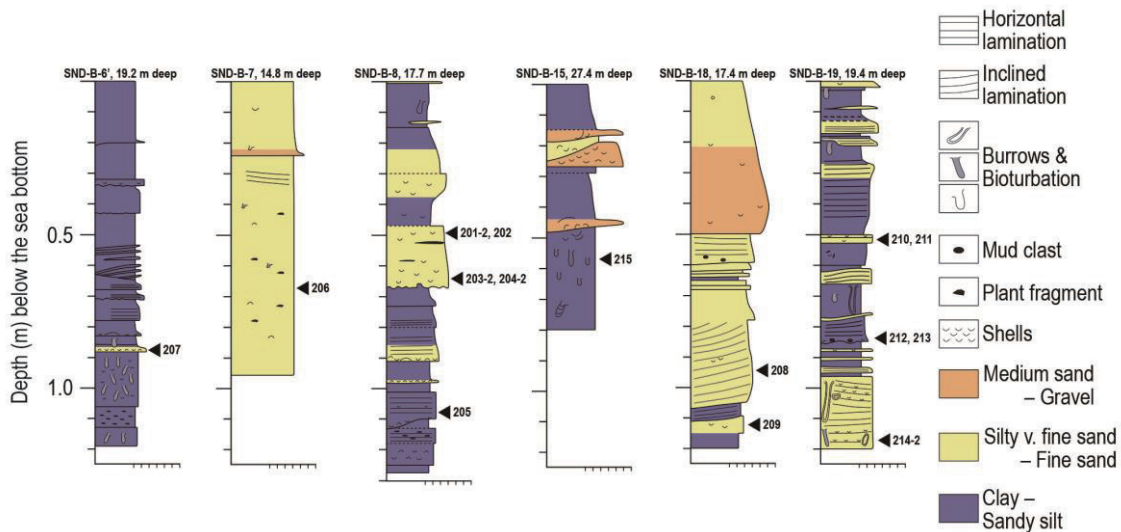
地点 7 は, 全体的にシルト質砂～細粒砂から構成されるが, 最上部の 20cm 程度の層準では若干の級化構造が見られる.

地点 8 は, 粘土～砂質シルトとシルト質砂～細粒砂の互層が特徴的である. 深さ約 30～70cm, 深さ約 100～130cm には多くの貝殻片が含まれる.

地点 15 は, 粘土～砂質シルトと中粒砂～礫の互層が特徴的である. 深さ 50cm より深い層準では生物擾乱が卓越する.

地点 18 は, 全体的にシルト質砂～細粒砂から構成されるが, 深さ約 65cm, 105cm, 115-120cm の層準では粘土～砂質シルト層が挟まれる. シルト質砂～細粒砂中には, 斜交葉理や平行葉理が観察される.

地点 19 は, 粘土～砂質シルトとシルト質砂～細粒砂の互層が特徴的である. 深さ約 95cm より深い層



第 2 図 地点 6', 7, 8, 15, 18, 19 から得られたコアの地質柱状図
 Fig. 2 Stratigraphic columns of core locations 6, 7, 8, 15, 18, 19.

準では、生物擾乱の痕跡と多くの貝殻片が含まれる。

2.3 堆積物の年代

仙台湾の海底堆積物中から貝殻片を拾い出し、放射性炭素年代測定を行った。放射性炭素年代測定値は、株式会社地球科学研究所を通して Beta Analytic 社に依頼し加速質量分析 (AMS) 法で行った。δ¹³C 補正を行った ¹⁴C 年代 (conventional age) から、Marine09(Reimer et al. 2009) をキャリブレーションデータとして Talma and Vogel (1993) に従って暦年較正した。その結果は第 1 表の通りである。

以上の結果から、澤井ほか (2014 印刷中) によって報告された仙台湾の堆積物 (ショートコア) は、過去 1000 年程度に堆積したものであると考えられた。現在、得られた放射性炭素年代測定値のローカルリザーバー効果を評価するため、1930 年代に採取された貝殻試料 (30 件) の検討を行っているところである。それらの詳細な報告は、次年度以降に行っていく予定である。

3. 仙台平野北部における津波堆積物調査

平成 23 年度第三次補正予算「巨大地震・津波災害

に伴う複合地質リスク評価」によって仙台市若林区において採取されたジオスライサー試料の概要を 3.1 に述べ、そこから得られた放射性炭素年代測定値を 3.2 において示す。

3.1 大型ジオスライサーによって採取された試料の観察結果

採取された試料の概要については、GSJ 地質ニュース 2014 年 2 月号に出版されている (澤井 2014)。ここでは、そこで示された層相変化を要約する (第 3 図)。

【砂層①】

海側から陸側に傾斜する明瞭な葉理が観察され、海浜や砂丘の堆積物と考えられた。これは、高波などによって、海側から運搬されてきた地層である可能性を示している。

【泥炭層①】

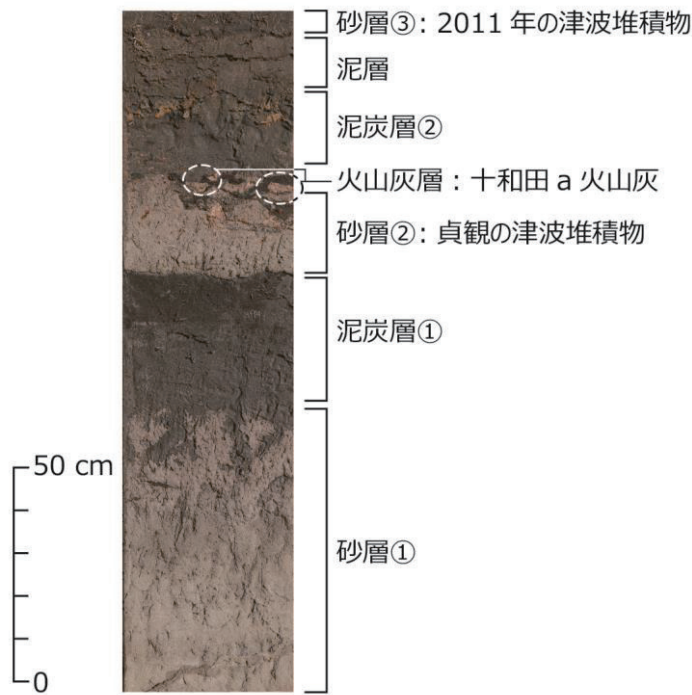
この泥炭層中には湿地周辺で見られる植物の果実や種子が多く含まれており、当時は湿原が広がっていたと考えられた。泥炭層①は、海岸線の移動に伴って、この場所が陸地になったことによってできた。

【砂層②：貞観の津波堆積物】

砂層②は、石英質の中粒～細粒砂で、テフラとの位

第 1 表 仙台湾の海底堆積物中から得られた貝殻片の放射性炭素年代測定値
Table 1 Radiocarbon ages of shells from sea-bottom sediments at Sendai Bay.

Sample names	Materials	conventional age (yr BP)	Marine9.0 (Reimer et al., 2009)に基づいた補正年代 (cal yr BP)
SND207	shell	1330±30	92-790
SND206	shell	112.7±0.3 pMC	NA
SND201	shell	470±30	140-0
SND202	shell	400±30	50-0, post 1950
SND203	shell	480±30	220-0, post 1950
SND204	shell	450±30	130-0
SND205	shell	930±30	550-490
SND215	shell	1780±30	1370-1270
SND208	shell	112.8±0.3 pMC	NA
SND209	shell	110.5±0.3 pMC	NA
SND210	shell	430±30	110-0, post 1950
SND211	shell	410±30	60-0, post 1950
SND212	shell	580±30	280-130
SND213	shell	420±30	80-0, post 1950
SND214	shell	980±30	620-510



第 3 図 津波堆積物の剥ぎ取り標本と地層の区分。写真は幅 40cm のはぎ取り標本 (澤井 2014)。

Fig. 3 A photograph of a peel of the tsunami deposit (after Sawai 2014).

置関係や放射性炭素年代の値から、貞観地震に伴った津波堆積物と考えられている (Sawai et al., 2012)。

【火山灰層：十和田 a 火山灰，To-a】

火山灰層がパッチ状に分布している様子が認められた。おそらく、飛来した当時は、厚さ数 cm の地層としてたまっていたが、その後に地層が乱されると考えられる。

【泥炭層②】

ヒルムシロの果実が多く含まれる泥炭層である。十和田 a 火山灰がたまった後、当時の環境は再び湿地に戻り、この泥炭層が堆積したと考えられる。

【泥層】

2011 年東北地方太平洋沖地震の前に使用されていた水田の土壌が観察された。

【砂層③：2011 年の津波堆積物】

地震が発生してから 1 ヶ月ほど経過した際、産業技術総合研究所の研究グループは津波堆積物の産状を調べるために現地に向かった。その時点では、厚さ数 cm の砂とその上に乗っている状態の泥（砂層と泥層をあわせて 10～15cm 程度の厚さ）が見られたが、この試料を採取した際には、表層の泥はほとんど見られなくなっていた。

3.2 堆積物の年代

泥炭層①の上部（貞観地震による津波堆積物の直下）からスゲ属の果実が多数産出した。このスゲ属の果実の年代は、 1090 ± 30 yr BP ($1060-930$ cal yr BP), 1060 ± 30 yr BP ($1050-930$ cal yr BP), 1070 ± 30 yr BP ($1060-930$ cal yr BP) であった。この年代は、十和田 a 火山灰と貞観地震の年代と大きく矛盾せず、澤井 (2014) で示したものが貞観地震によるものであると再確認された。今後は、さらに年代値を増やし、この調査地点における環境変動史や貞観以降の津波堆積物の年代を検討する予定である。

4. まとめ

今回報告した年代測定により、平成 23 年度第三次補正予算「巨大地震・津波災害に伴う複合地質リスク評価」により採取された試料の堆積年代を推定することができた。今後はさらに年代測定や諸分析を進めることにより、海底における津波堆積物の産状を明らかにすることや、仙台平野における津波浸水履歴の復元に貢献できると考えている。

文献

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. (2009) IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 51, 1111–1150.

Sawai, Y., Namegaya, Y., Okamura, Y., Satake, K., and Shishikura, M. (2012) Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology, *Geophysical Research Letters*, 39, L21309, doi:10.1029/2012GL053692.

澤井祐紀 (2014) 教育・普及活動のための津波堆積

物のはぎ取り標本. GSJ 地質ニュース. 3, 53-59.

澤井祐紀・田村 亨・原 淳子・中島 礼・谷川晃一朗 (2014 印刷中) 東北地方における津波堆積物調査. 平成 23 年度第三次補正予算「巨大地震・津波災害に伴う複合地質リスク評価」最終報告書.

Talma, A.S. and Vogel, J.C. (1993) A Simplified Approach to Calibrating ^{14}C Dates. Radiocarbon, 35, 317-322.