

新潟大学災害・復興科学研究所

共同研究報告書

(A4: 2~3枚程度)

新北上川下流低地における津波および洪水履歴の解明

研究代表者氏名 菅原大助¹⁾

研究分担者氏名 清水康博²⁾ 卜部厚志²⁾ 石澤堯史¹⁾ 大内桜子³⁾

※ 災害・復興科学研究所共同研究者(対応者)は、研究分担者に必ず記載してください。

1) 東北大学災害科学国際研究所 2) 災害・復興科学研究所 3) 東北大学理学部

研究要旨 (10.5ポイント)

(400字以内)

過去の洪水・津波の履歴を解明し、河川の堆積作用と津波による土砂移動・地形変化の相互作用を統一的に理解することを目的に、新北上川下流低地において地層調査を行った。本年度は、5地点で掘削を行い、有機質シルトを主体とする堆積物から、イベント性の砂層 Ev1 と粘土層 Ev2 を検出した。Ev1 は偽礫の含有や上方細粒化など現世の津波堆積物と共通する特徴を持つ。津波土砂移動数値シミュレーションの結果は、この地域の砂質津波堆積物が、プレート境界断層深部のすべりによって起こる津波で形成されることを示した。これまでに実施した年代測定の結果をもとに歴史上の津波との関連を検討すると、1793年寛政宮城県沖地震かそれよりも後に起こった津波に対応する可能性がある。Ev2 は、上下の地層との境界は明瞭でラミナが発達しており、突発的な堆積作用で形成された可能性を示している。また、北上川上流起源と推定される粘土鉱物を含み、Ev1 以前に起こった洪水と対応する可能性がある。

A~G (10.5ポイント程度)

A. 研究目的

本研究では、地層中の洪水・津波イベントを識別し、河川の堆積作用と津波による土砂移動・地形変化の相互作用を統一的に理解することを目指し、宮城県石巻市の新北上川下流低地を対象に、調査を行った。

調査対象地域は、2011年の東北地方太平洋沖地震の際にプレート境界断層で巨大なすべりが生じた領域に近接する。津波堆積物等の地質記録から、過去においても同様の地震が生じていたかどうかを明らかにできる可能性があるが、この地域は津波堆積物の調査に適した場所が少なく、古地震・古津波の履歴はほとんど明らかにされていない。新北上川下流低地は広さや想定される堆積速度の観点から、津波堆積物の形成・保存の条件がこの地域で最も良いと考えられる。

一方で、調査対象地域は河川の氾濫原・後背湿地であり、過去の洪水の影響を繰り返し受けてき

たと考えられる。実際に、この地域では1668年以降、8回の洪水被害の記録がある。また、江戸時代以降は洪水対策の治水工事が何度も行われてきており、人為的な堆積環境の変遷も起こってきた。

B. 研究方法

【現地調査】前年度は、新北上川下流低地の合計9地点で地層掘削を行い、イベント砂層および粘土層を検出した。本年度も、前年度の実績を踏まえ、新北上川の河道から派生する谷筋を調査地点とした(図1)。これらの地点は、新北上川の氾濫や流路変化の直接の影響を受けにくいと想定される。現地調査は2023年12月19~21日に実施し、合計5地点でSCSC式ボーリングと標高測量を行った。採取試料は現地で観察・記載したのち、ケースに収容して持ち帰り、室内分析に供した。

【試料分析】前年度および本年度採取した試料に

対して、地層状況の詳細な観察・記載のほか、CT画像撮影、イベント砂層の粒度分析、イベント粘土層の鉱物（XRD）分析を実施した。本年度新たに採取した試料については、放射性炭素（14C）年代測定（3点）を実施した。

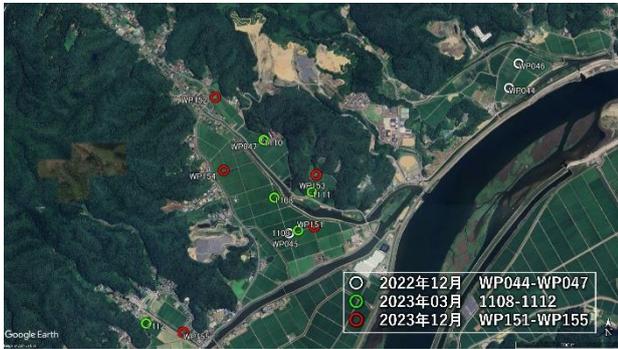


図1 調査地点。

【数値解析】津波堆積物と波源断層の滑り分布の関係を明らかにするため、非線形長波理論と砂移動モデルを連成した TUNAMI-STM（例えば Yamashita et al., 2016）を用いて、津波土砂移動数値解析を実施した。波源モデルとしてプレート境界断層の深部と浅部が同時に滑る場合と、深部のみ滑る場合の2つを設定し、計算で再現した調査地点周辺の津波堆積物の分布と層厚を比較した。現況地形にみられる堤防等の人工物は土砂移動に大きく影響するため、古地形の復元データを作成し計算に用いている。

C. 研究結果

【現地調査】調査地点の位置を表1にまとめた。昨年度同様、各地点とも、有機質シルトと粘土を主体とする堆積物中に、細粒～中粒のイベント砂層が一つあるいは複数が出された。このうち、最上位の砂層は多くのコアで対比できることから Ev1 とした。また、Ev1 の下位にはイベント粘土層が確認される場合があり、これを Ev2 とした。

図2は河口から4.4km、新北上川河道から1.6kmの地点 WP154 の地層状況である。ここでは、深度0.8-1.2m にイベント砂層（Ev1）が、その直下にイベント粘土層（Ev2）が確認された。Ev1 と Ev2、Ev2 とその直下の地層の境界は明瞭で、突発的な堆積作用を示唆している。Ev1 の CT 画像では、変形しているもののラミナが確認され、基底付近には Ev2 の削剥で生じたと思われる偽礫が含まれて

いた。Ev2 よりも下位には有機質シルトやシルトで構成され、深度3.4-3.9m と4.8m 付近に1または2枚のイベント砂層が確認された。

表1 調査地点の一覧。

地点	経度	緯度	標高 (m)
WP151	141.408179195	38.570734777	-0.92
WP152	141.417884191	38.5607775543	1.24
WP153	141.418079948	38.5647645005	0.21
WP154	141.40899758	38.5651138313	-0.91
WP155	141.40506717	38.5526745033	-0.18

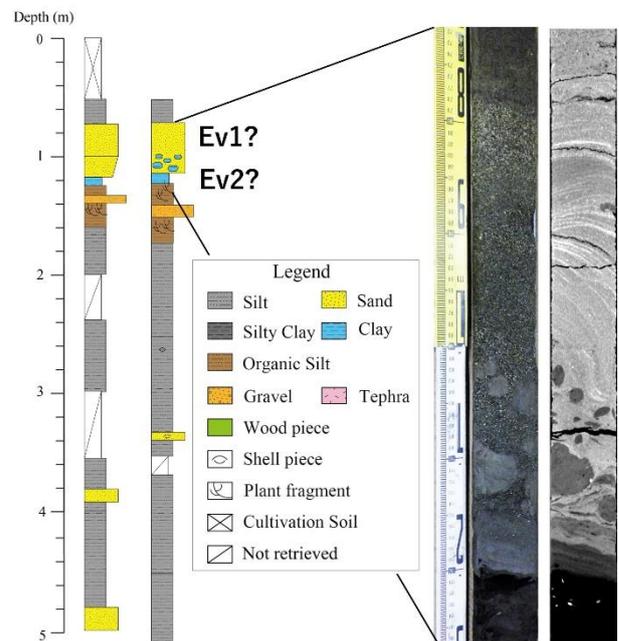


図2 地点 WP154 の地層状況。

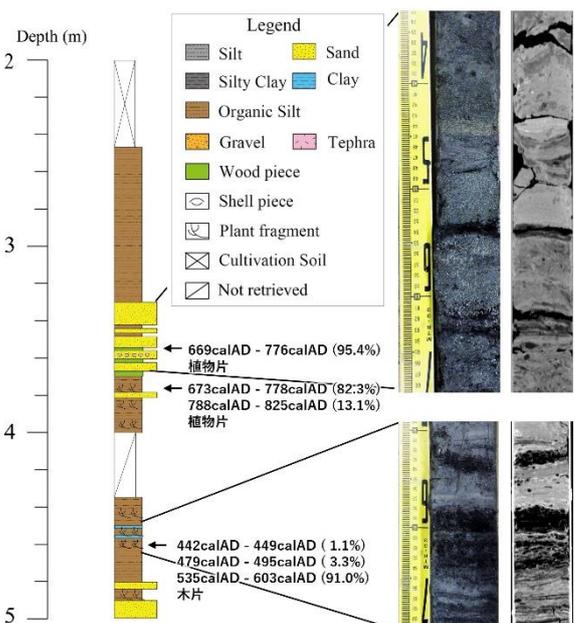


図3 地点 WP155 の地層状況。

図3は河口から5.2km, 新北上川河道から1.0kmの地点WP155の地層状況である。ここでは, 地表から深度2.4m付近までは盛り土であり, 自然の堆積物はこれよりも深い位置で確認された。地層は主に有機質シルトからなり, 深度3.3-3.6mにかけてイベント砂層が確認された。砂層は複数の薄い木片濃集層やシルト層をはさむ。14C年代の測定結果は, 深度3.55mで西暦669-776年, 深度3.8mで西暦673-825年, 深度4.6mで西暦442-603年を示した。

【試料分析】前年度採取した試料中のEv1を対象に砂の粒度分析を実施した。図4は地点1108で検出したEv1の分析結果である。Ev1の下部には下位の有機質シルト由来の偽礫が含まれ, CT画像では中央部にラミナが発達していることが確認できる。中央粒径は下部から上部にかけて0φから1φまで細粒化する傾向を示している。表1は地点1108で確認されたEv2のXRD分析結果である(深度155-178cm)。Ev2基底部に, スメクタイトの風化によって生成するカオリナイト/スメクタイト混合層鉱物(K/S)が認められた(深度171-172cm)。

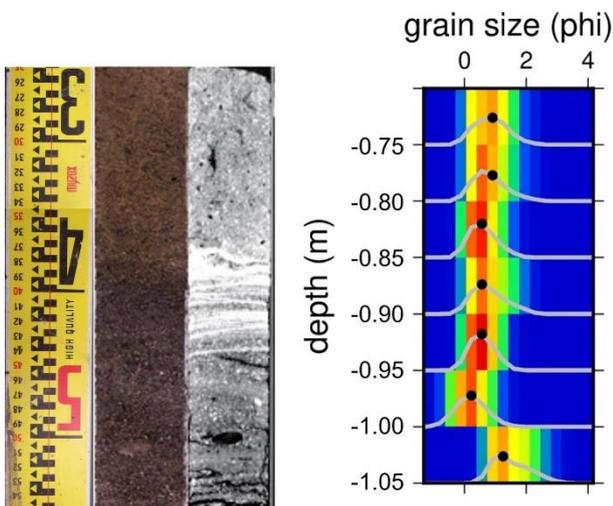


図4 Ev1の粒度分析結果(地点1108)。

表1 Ev2のXRD分析結果(地点1108)。

1108	typical				mixed
	Quartz	Kaolinite	Illite	Biotite	
137-138	33.8	17.8	36.4	12.1	NO
155-156	31.5	32.8	15	20.7	
165-166	24.3	32.6	23.5	19.6	
171-172	15.4	22.8	31.5	30.4	K/S
177-178	44.7	24.7	21.2	9.4	NO
206-207	37.7	22.4	23.6	16.3	NO

【数値解析】図5は深部及び浅部の滑りによって形成された津波堆積物の層厚から, 深部のみの滑りで形成された津波堆積物の層厚を差し引いた結果である。調査地域のほぼ全域にわたって負の値となっており, 浅部滑りの寄与が小さいか, あるいはこれを含むことで堆積量が減少することを示している。図6は陸域と海域の両方を堆積物の供給源とした場合の津波堆積物の層厚から, 海域のみを供給源とした場合の層厚を差し引いた結果である。調査地域ではほぼ全域にわたって正の値となっており, 海域堆積物の寄与が無いことを示している。

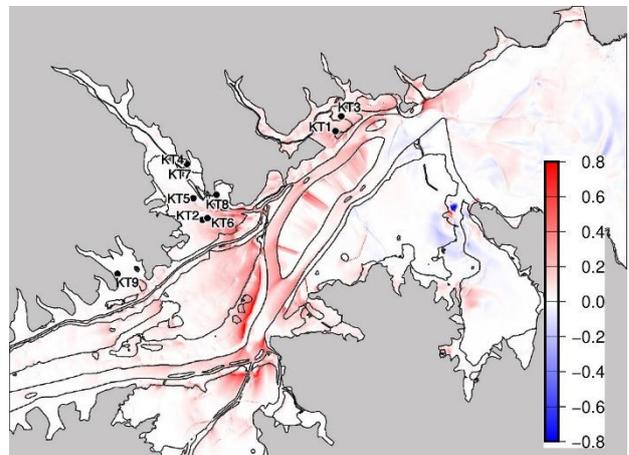


図5 すべり分布の違いによる津波堆積物の層厚の差。

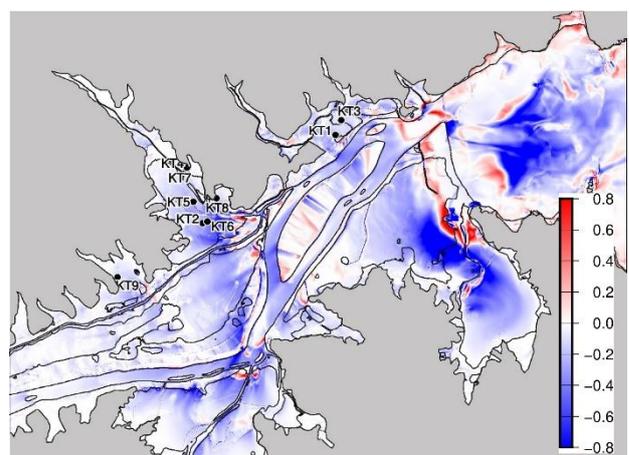


図6 供給源の違いによる津波堆積物の層厚の差。

D. 考察

Ev1は, 下位層準との境界が明瞭で偽礫を含むことから(図2), 砂の堆積時に強い流れで下位の堆積物が侵食されたことを示していると考えら

れる。また、図4に示した上方細粒化は現生の津波堆積物がしばしば示す特徴である（後藤ほか，2017）。調査対象地域全体でみると内陸細粒化の傾向も示しており、津波のような海から陸に向かう強い流れで運ばれ堆積したものと考えられる。数値解析の結果から、津波の場合、堆積物は海底ではなく陸上から供給された可能性が高い（図6）。供給源としては、津波当時の浜堤のほか、河床や自然堤防を構成する堆積物が考えられる。Ev1の堆積年代は、これまでに得られている年代値に基づけば、1793年寛政宮城県沖地震かそれよりも後のイベントに対応するが、プレート境界断層の巨大なすべりを伴った可能性のある地震として、これよりも前の1611年慶長奥州地震も候補になりうるかもしれない。

Ev2は、下位および上位層準との境界が明瞭であり、突発的な堆積作用あるいは急激な堆積環境の変化を示している。XRD分析では、スメクタイトの風化で生成されるカオリナイト/スメクタイト混合層鉱物が認められた（表1）。調査地域周辺に露出する基盤岩は中生代の海成砂岩・泥岩で、スメクタイト風化物を突発的に供給することは考えにくい。より可能性のある供給源として、北上川の上流域に分布する新第三紀のグリーンタフを候補として挙げることができる（たとえば佐野ほか，2010）。ラミナの成因は不明であるが、細粒物質の希薄混濁流により形成されるもの（たとえば加瀬ほか，2013）と類似しているかもしれない。

E. 結論

これまでの調査・分析結果から、Ev1は津波によって形成された可能性があると考えられるが、その分布範囲や層厚の変化傾向はとらえきれていない。また、供給源は陸上の堆積物が想定され、有孔虫や海棲珪藻など海起源の粒子を用いた判別手法を直接適用できないことも課題である。今後さらに検討を進め、津波堆積物としての認定の確度を高める必要がある。Ev2は有機質シルト層のイベント粘土層として異質な特徴を示し、大規模な洪水と関連する可能性があるが、通常時の堆積物との違いを、鉱物組成や地球化学的特徴、微化石などを用いて明らかにし、洪水イベントとしての認定をより確かに行う必要があると考えら

れる。

F. 研究発表

1. 論文発表（掲載誌名・巻号・頁・発行年を記入し、
掲載論文あるいはPDFファイルを別紙で1部提出）
（該当なし）

2. 学会発表（学会名・発表年月・開催地なども記入）
（該当なし）

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

（該当なし）