

東北地方太平洋沖地震の津波堆積物

(株) ダイヤコンサルタント 東北支社

高野 邦夫、大内 学、新山 雅憲
伊藤 靖雄、中倉 弘道

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分頃に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9）は、死者、行方不明者が約 19,334 人（平成 23 年 9 月公表）の甚大な被害をもたらしたが、被害のほとんどは地震発生後約 30 分以降に東北から北関東の沿岸部に襲来した大津波によるものである。この大津波は貞観地震（西暦 860 年）に類似する大規模なものであり、津波浸水高は、久慈港で 8.67m、宮古港で 8.16m、陸前高田で 17.6m、釜石で 11.76m、大船渡で 10.69m、陸前高田で 17.60m、気仙沼で 5.86m、女川港で 19.13m、石巻港で 7.66m、仙台港で 13.87m、若林区荒浜で 12.37m、仙台空港で 11.72m、相馬港で 10.89m、小名浜港で 6.95m と観測史上最大の高さを記録している。本稿では東北地方太平洋沖地震の津波によりもたらされた津波堆積物の性状、分布等の調査結果について報告する。

2. 津波堆積物調査位置及び手法

津波堆積物の調査は、宮城県下の沿岸低地部の主に農地よりなる平野部で、海岸側に建築物等の遮蔽物が少ない①仙台市若林区荒浜、②名取市下増田③亶理郡山元町磯浜の 3 箇所で行った（図-1）。



図-1 調査位置

調査は概ね海岸線に直交する方向で津波浸水域の踏査を行い、海岸より約 100 ～ 500m の間隔で深さ 0.1 ～ 0.4m のテストピットを掘削し、津波堆積物の断面観察を行った（図-2）。



3月12日撮影正射画像・水田に海水が冠水する（国土地理院ホームページより引用）
図-2 仙台市若林区荒浜地区の調査箇所

3. 津波堆積物の分類

津波堆積物は、上位から浮遊物、粘土層、砂層の 3 層に区分される。

3.1 浮遊物

浮遊物は、木片、枯草、人工物などであり、津波浸水範囲の全域に散在して分布している。今回の地震では家屋、車、船など多様な人工物が瓦礫として津波到達範囲に大量に堆積している。なお、古い時代の津波では、人工物の割合は少なくなり、草、木、動物遺体等の自然物の割合が多くなると考えられる。

3.2 粘土層

粘土層は、津波が引いた後も冠水していた窪地等の低地部に分布し、海側で浸食された表土や沿岸域に堆積した粘土等を起源とする細粒分が堆積したものである。本層は暗褐色～黒褐色を呈する有機質粘土よりなり、しばしば植物片を含み、厚さは 0.1 ～ 6.5cm である（写真-1,2）。なお、粘土層を新聞報道等では津波ヘドロと称している。

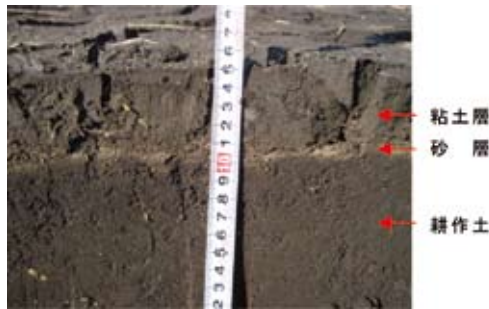


写真-1 粘土層(図-1の地点7の産状)

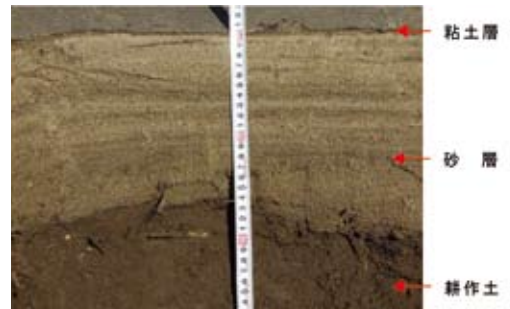


写真-4 葉理の認められる砂層(図1の地点4での産状)



写真-2 砂層を伴わない粘土層(図-1の地点11での産状)

砂層は灰色～褐灰色を呈し、粒径は場所により細砂～粗砂と多様であり、平行葉理が認められることもあるが、無層理で級化構造も不明瞭であることが多い。有機質土の偽礫を含む箇所や礫、陶器片等を含む箇所が認められる。色調や粒径は海浜、砂丘等の浸食域の構成物を反映していると考えられる(写真3～7)。

3.3 砂層

砂層は津波浸水範囲に広く分布し、海底、海浜、砂丘等に分布していた砂が津波により陸域に運搬され堆積したものである。海岸付近の津波による浸食域と内陸側の津波到達域の約0.1～1kmの範囲には分布しない傾向がある。砂層の上位には有機質な粘土層が分布することが多い(写真3～5)。砂層の厚さは、概ね0.1～35cmであり、主に3～20cmの範囲であることが多く、内陸側に向かって粒径、層厚を減ずる傾向が認められる。



写真-5 無層理の砂層(図-1の地点1での産状)



写真-3 粘土層に被覆される砂層(宮城県亘理郡山元町磯浜)



写真-6 粘土層を伴わない砂層
砂層1は塑上時に堆積、砂層2は引潮時に堆積
(図-1の地点5での産状)



写真-7 粘土偽礫を伴う砂層
引潮時に堆積した砂層2の基底付近に粘土礫が含まれる
(図-1の地点3での産状)



写真-9 津波により破壊された防潮堤
背面(右側)が津波により抉られている。手前の水域は
写真-8の浸食部に同じ。
(仙台市若林区荒浜・図-2左下参照)

4. 津波浸水域の堆積物による区分

津波浸水域は、津波堆積物の層相、分布等から、海側より浸食域、砂層堆積域、粘土層堆積域に区分される。

4.1 浸食域(無堆積域)

浸食域は海岸線から海浜、砂丘付近に分布し、表層の地盤や舗装等が部分的に剥ぎ取られる等の主に地盤面が津波により浸食された場所である。堤防や道路盛土等の高い箇所は陸側で顕著な浸食が認められる。これは、津波が高所を乗り越えて、陸側の段差で滝のように流下した際に地盤を浸食したものと考えられる。アスファルト舗装等が剥ぎ取られて窪地となっている箇所も認められる(写真-8～12)。部分的に引き波で堆積したと考えられる砂層が認められ箇所もある。



写真-8 津波の浸食による水路の形成
左側は津波により侵食され水路状を呈する溝状の窪地。
防潮林の松は大部分が押し倒されている。
(仙台市若林区荒浜・図-2左下参照)

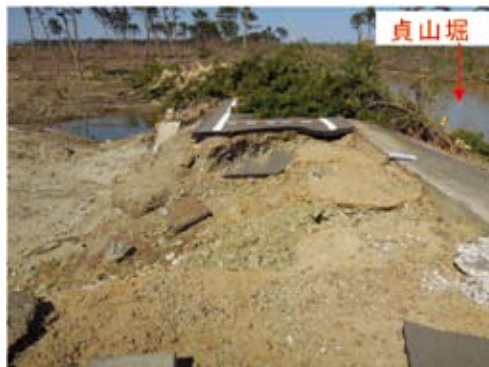


写真-10 津波侵食による盛土の破損
真山堀沿いの堤防(サイクリングロード)の舗装等表層が
津波により剥がされている。内陸側が侵食され窪地となっ
ている。
(仙台市若林区荒浜・図-2)



写真-11 津波による漁港の舗装面の浸食
津波により窪地状に浸食される。
(宮城県巨理郡山元町磯浜漁港)



写真-12 津波による防潮堤背面の侵食
防潮堤背面が溝状に侵食される。倒壊する防潮堤手前の水域は侵食により形成された窪地。
(宮城県亘理郡山元町磯浜漁港)

4.2 砂層堆積域

砂層堆積域は浸食域の内陸側に分布し、津波が浸入した際に海底、海浜、砂丘等から運搬されてきた砂が堆積する範囲である。なお、津波が引いた後も冠水していた低地部では砂層の上位に薄い粘土層が堆積している(写真13,14)。



写真-13 砂層堆積域(水田)
水田の表面が厚さ約5~15cmの砂層に被覆される。引き波時に砂層が堆積したこと、冠水時間が短かったこと等から粘土層は1cm以下と薄い。
(仙台市若林区荒浜・図-2の1地点周辺)



写真-14 冠水のため表層を薄く粘土に被覆される砂層堆積域(水田)
手前は道路から運ばれたアスファルト舗装片が散在する。砂層の厚さは約18cmで表層は厚さ約8mmの粘土層に被覆される。
(仙台市若林区荒浜・図-2の3地点周辺)

4.3 粘土層堆積域

粘土層と砂層の分布域は重複していることが多いが、砂層分布範囲の内陸側に分布する粘土を主体とする範囲を粘土層堆積域と定義した。粘土層堆積域は砂が沈殿した後の津波がさらに内陸側に浸入した範囲であり、主に薄い有機質粘土層、軽い浮遊物が分布している(図-15~17)。



写真-15 粘土層堆積域(水田)
水田の中に厚さ2~3cmの有機質粘土が堆積している
(仙台市若林区荒浜・図-2の8地点周辺)



写真-16 粘土層堆積域の近景
粘土層の基底に厚さ0.5cm以下の層状~レンズ状の砂層を伴う。さらに内陸では砂層は分布しない。
(仙台市若林区荒浜・図-2の8地点付近)



写真-17 粘土層堆積域表層の状況
(宮城県名取市仙台空港北側の農地)



図-18 瓦礫により多い尽くされる農地
漂流物の下位には砂層あるいは粘土層が分布する
(宮城県名取市仙台空港北側)

4.4 津波浸水域先端付近の状況

粘土層堆積域より内陸側の浸水および遡上範囲先端付近では有機質粘土層が極めて薄くなり、軽い浮遊物が分布している(図-19)。



図-19 遡上域先端部
砂層、粘土層は認められず枯れ草、小枝などの厚さ1～数cmの軽い漂流物のみ分布する。赤矢印より下の苔が枯れている部分が津波到達範囲である。

4.5 津波堆積物の分布及び側方変化

本調査は、海岸平野の主に農地を主体とする範囲を対象としたため、津波堆積物の分布状況、構成物の側方変化を連続的に確認することができた。津波浸水域は、砂層、粘土層の分布から、海側より浸食域、砂層堆積域、粘土層堆積域に区分される(図-3)。地表の起伏等の影響を受けるものの、砂層堆積域での砂層の厚さは内陸側に従い薄くなり、細粒化する

傾向がある。粘土は、主に冠水域に堆積するため、冠水域に分布する砂層を薄く被覆し、内陸側の砂層が分布しない範囲では粘土層だけが分布している。さらに内陸側の津波遡上域では粘土がほとんど分布しなくなる傾向が認められる(図-4)。砂層堆積域、粘土層堆積域の表層は軽い浮遊物に被覆されるが(写真-18)、津波遡上域の先端部では、粘土層がほとんど分布しないで、軽い草本類や小枝などの浮遊物のみ堆積している(写真-19)。



図-3 津波遡上域の堆積物による区分
(仙台市若林区荒浜地区)

5. おわりに

歴史地震の津波堆積物に関する調査・研究は、砂層の有無に着目して実施されるが、砂層は風成、高潮、洪水等のイベントによっても形成される可能性があることから、粘土や泥炭等に挟まれる砂層を津波堆積物として認定することが難しい場合がある。今回の津波堆積物の調査結果によれば、砂層の直上に有機質な粘土層、樹木等の植物遺体が分布することが多いことから、砂層の上位にこれらが分布する場合には津波堆積物とみなせるものと考えられる。また、砂層が連続しない内陸側にあっても、砂層と同一層準に有機質

な粘土層、樹木等の植物遺体の濃集層が分布する場合には、これらは津波到達範囲の指標となることから、この粘土層及び濃集層の分布域も津波が到達した範囲として認定してよいと考えられる。

【参考文献】

(1) 藤原治(2004) 地震イベント堆積物研究の重要性と防災研究への展望、地質学論集第58号

(2) 七山太(2004) 遡上津波堆積物概論 - 沿岸低地の津波堆積物に関するレビューから得られた堆積学的認定基準、地質学論集第58号

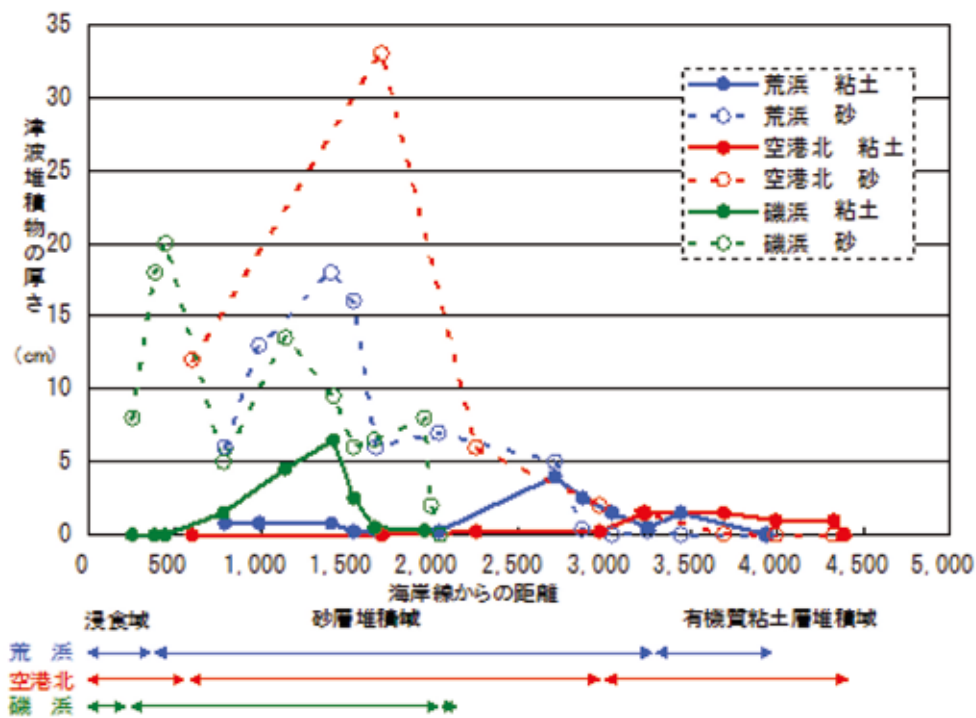
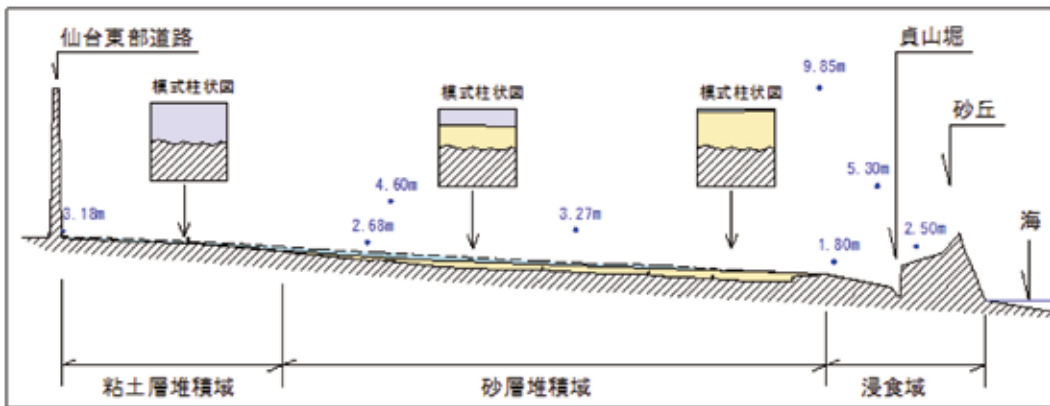


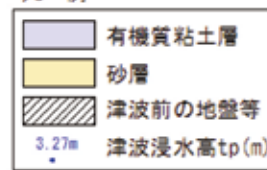
図-4 砂層、粘土層の厚さと海岸線からの距離



津波遡上域の区分と堆積物

区分	堆積物の分布状況		
	粘土	砂	浮遊物
粘土層	○	△	△
砂層	△	○	△
浸食域	×	△	△

凡例



凡例 ○:分布 △:部分的に分布 ×ほとんど分布しない

図-5 津波堆積物の模式地質断面図 - 仙台市若林区荒浜地区 -
(断面線は図-2、3の調査地点を連ねている)