

京都大学大学院  
 京都大学大学院  
 京都大学大学院  
 京都大学大学院

学生員 ○森田康平  
 正会員 高井敦史  
 正会員 勝見 武  
 正会員 乾 徹

1. 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では、地震動に加えて津波により太平洋沿岸地域が壊滅的な被害を受け、津波堆積物が各地で残置されている。環境省によれば、津波堆積物の発生量は被災6県（青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉）で約1300～2800万トンと推計されており<sup>1)</sup>、その主成分は海岸の砂泥であると考えられるが、廃棄物と混然一体となったものや有害物質を含むもの等、性状は様々である。津波堆積物は環境省による津波堆積物処理指針の下で適切に処理され、土木資材として復旧復興事業で再生利用されることが求められるが、震災から1年経つ現在でも地域によっては撤去が進んでいないのが現状である。本研究では、津波堆積物の土木資材としての適正な再資源化の促進を目的として、東北地方沿岸部において東西約4km×南北約6kmの範囲で計29地点の堆積物を採取し、同採取地点でも写真-1に示すような「粘土層」「砂層」「地山層」の各層について粒度分析やpH・電気伝導率試験を行い津波堆積物の物理化学特性を評価した。

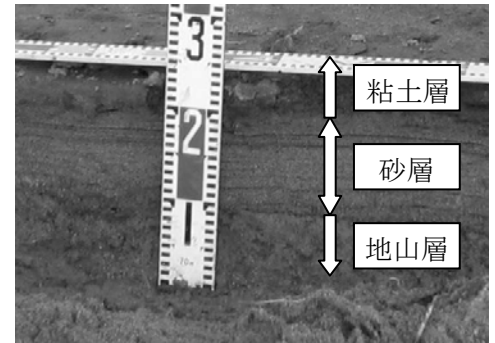


写真-1 土砂の堆積状況

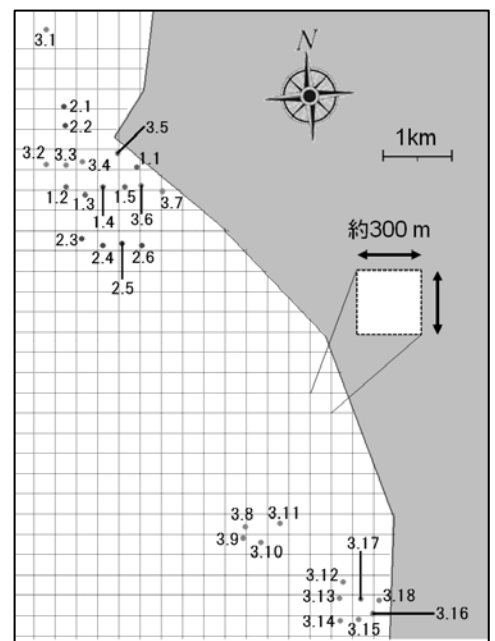


図-1 試料採取地点

2. 試料と実験方法

**2.1 試料** 東北地方沿岸部のA市において、平成23年12月に津波堆積物を採取した。採取地点図を図-1に示す。この一帯は従前は田圃の広がる地域であったが、表層部分が乾燥収縮してひび割れ板状で堆積している箇所や地表面に塩分が白く析出している箇所、堆積した地点から海水が引かず湿潤状態の箇所もあった。津波に浸水された地域ではストークスの法則により粗粒分が早期に沈降し、その後細粒分が沈降するため、写真-1のように砂層と粘土層の境界は明瞭に堆積断面に現れている地点が多かった。最も上部に位置し細粒分を主体とする層を「粘土層」、粘土層の下部に位置し砂分を主体とする層を「砂層」、砂層より下部に位置する層を「地山」と区別し採取した。粘土層と地山のみ、あるいは砂層と地山のみ堆積していた地点も存在しており、堆積状況は地点により様々であった。

**2.2 実験方法** JIS規格及びJGS基準で定められている実験方法により各種

分析を行った。表-1に示すように、図-1中の1.1～1.5では土粒子密度試験（JIS A 1202:2009）と粒度試験（JIS A 1204:2009）、pH試験（JGS 0211-2009）及び電気伝導率試験（JGS 2012-2009）を、2.1～2.6では土粒子密度試験と粒度試験を、3.1～3.18ではpH試験と電気伝導率試験を実施した。

表-1 各試料の分析項目一覧

| 地点番号     | 分析項目           |
|----------|----------------|
| 1.1～1.5  | 土粒子密度、粒度、pH、EC |
| 2.1～2.6  | 土粒子密度、粒度       |
| 3.1～3.18 | pH、EC          |

### 3. 実験結果

**3.1 粒度** 1.1、2.1、2.2、2.5 の粒度加積曲線と河川堤防に用いる盛土材としての適正粒度<sup>2)</sup>を比較したものを図-2に示す。採取地点の違いによらず砂層における粒度加積曲線が分級されており、砂分が卓越していることが分かる。これは粗粒分が早期に沈降し、その後細粒分が沈降するというストークスの法則に整合する。また粘土層のみならず、地山においても細粒分が卓越している。これは試料採取地点の地山が鋤床層と呼ばれる田圃の下部に位置する層で、粘土分主体の一種の遮水層であったことから妥当な結果であるといえる。適正粒度範囲と比較してみると、いずれの試料も最大粒径が 2 mm 以下であり粒度加積曲線は全ての試料において範囲外と施工後の強度を確保できない可能性や液状化の可能性があるため、津波堆積物を単体で再資源化することは困難であるといえ、再資源化の際はコンクリートくずと混合するなど粒度調整をする必要がある。

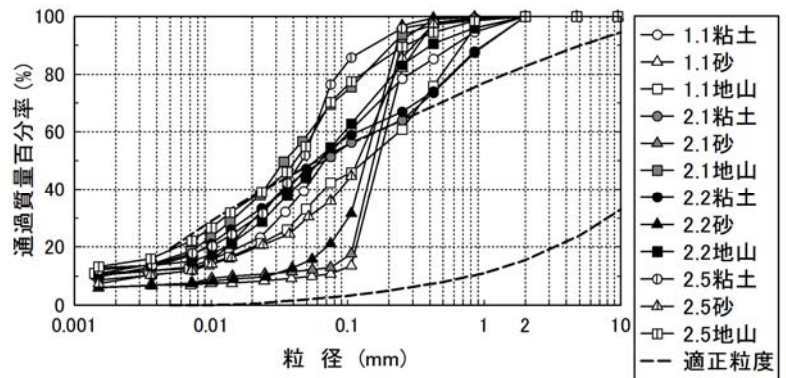


図-2 粒度加積曲線と適正粒度

**3.2 pH 及び電気伝導率** pH の度数分布を図-3に示す。堆積層による違いとして粘土層において pH の値が低くなる傾向がある。これは時間の経過とともに外気に曝露された地表面付近の堆積物が酸化され、pH の低下を引き起こしたと考えられる。地山では pH が 6 付近に多く分布しており、外気の曝露による影響が少なかったと推察される。津波堆積物に関する既往の調査<sup>3)</sup>では pH はほぼ 7.0 から 9.0 の間にあるが、これらの調査は震災発生後 1 ヶ月以内に実施されたものであり、外気曝露の期間が短かったため酸化が進行せずに中性域の pH 値を示したと考えられる。

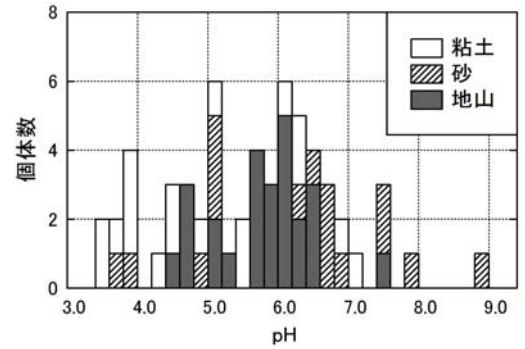


図-3 pH 度数分布図

電気伝導率の度数分布を図-4に示す。粘土層で高い値、砂層において低い値、地山では中間の値を呈す傾向がある。これは津波浸水後、透水性の低い粘土層表面において海水が比較的長期間留まったため高い電気伝導率を示したと考えられる。砂層では透水性が高いため、表層の粘土層や地山と比べ海水の排水が比較的早期に終了した結果、塩分が滞留しなかったため電気伝導率が比較的低下したと考えられる。

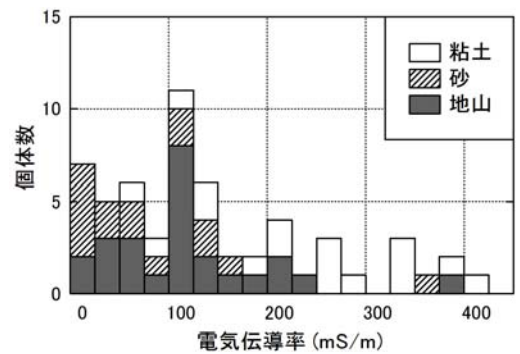


図-4 電気伝導率度数分布図

### 4. おわりに

津波堆積物の性状は採取地点及び堆積層により様々であった。これらの津波堆積物を撤去する際は時間やコストの制約上、堆積層ごとに分別撤去することは無く、混合して撤去・搬出・再資源化と予測されるが、粘土層、砂層を混合した場合であっても適正粒度は満足しないことから津波堆積物単体での利用は難しく、コンクリートくず等と混合するなど粒度調整する必要がある。

### 参考文献

- 1) 環境省 (2011.7.13.): 東日本大震災津波堆積物処理指針, <http://www.env.go.jp/jishin/attach/sisin110713.pdf>
- 2) 国土開発技術研究センター (2009): 河川土工マニュアル.
- 3) 勝見 武・高井敦史・大嶺 聖・風間基樹・乾 徹 (2011): 宮城県沿岸部における津波堆積物の物理化学的特性, 地下水地盤環境に関するシンポジウム 2011—水環境の保全と育水—発表論文集, pp.83-90.