

# 2011年東北地方太平洋沖地震時の液状化－流動化現象がみられた東京湾岸埋立地における液状化－流動化層準：浦安市日の出での調査結果（2）

風岡 修 潮崎翔一\* 伊藤直人 香川 淳 荻津 達 吉田 剛  
 (\*：千葉県防災危機管理部防災政策課)

## 1 目的と調査方法

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（Mj.9.0）（以下「太平洋沖地震」と略す）とその余震の際に、東京湾岸埋立地では局所的な液状化－流動化現象により、数十mの広がりを持った噴砂の集中域が斑状にみられた。そしてこの噴砂の集中域では数cm～数十cmの地盤の沈下を伴っていた<sup>1)2)</sup>。

今回は規模の大きな噴砂と沈下が確認された浦安市日の出<sup>3)</sup>を調査地とした（図1）。この地震により砂が多量に噴出したB-1と、隣り合う噴砂が無く地表の変形もほとんどみられないB-2（図2）の2か所でオールコアボーリングを行い、人工地層・沖積層上部を対象に、地層構造を乱さないように地層を採取し、対象の地層において液状化－流動化した層準を特定した。以下に結果を述べる。

## 2 調査地の地質構成の概要と液状化－流動化による被害状況

調査地周辺は、1965～1975年の第1期、1972～1980年の第2期に埋立・造成されており、浦安市日の出は第2期の埋立地である。

太平洋沖地震の際、調査地の周辺では多量の噴砂・噴水がみられた。同じ公園内でもB-1は地表面の変形が著しいAタイプの中にあるが、B-2は周囲よりも標高がやや高く噴砂や地表の変形はほとんどみられていない。このような噴砂を伴い地表変形が発生した場所と噴砂が無く地表変形もみられない場所が隣接する例は東京湾岸埋立地の多くの場所でみられたため、その原因となる地質状態の違いを調べるため、このような被害状況が異なる隣接地で調査を行った。B-1は、北緯35度38分34.1秒、東経139度55分36.6秒、標高4.0m、B-2は、北緯35度38分34.4秒、東経139度55分36.9秒、標高4.5mである。オールコア試料が得られたのは、地表面より深度約12m（B-1）及び約7m（B-2）である（図3）。B-1では深度2.80～3.50m、4.27～4.50m、5.39～5.50m部分では、非常に緩い砂層のためコアが得られなかった。このため、B-1地点

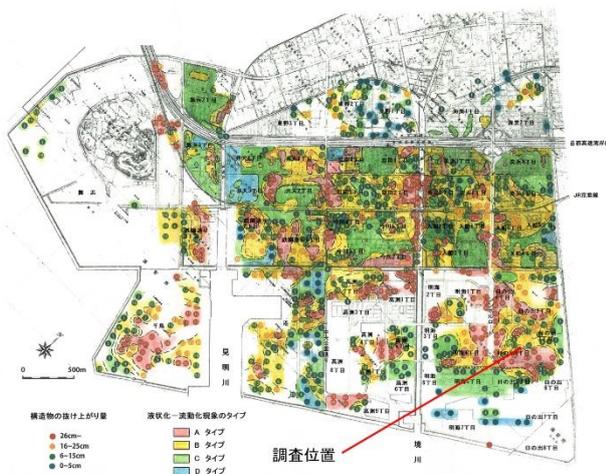


表1 東京湾岸埋立地でみられた液状化－流動化現象のタイプ区分と地表面の変形<sup>2)</sup>

タイプ名	液状化－流動化現象の地表面での被害の現れ方
Aタイプ	多量の噴砂がみられる。道路は大きく波打ち鉛直方向に30cm以上の凹凸や段差がみられる。道路わきのU字溝は液打っていたり破損したりしている。戸建て住宅などの低層の構造物は傾いたり沈み込んだりしている。電柱や塀は大きく傾いたり数十cm以上沈み込んだりしている。
Bタイプ	噴砂がみられる。道路は波打ち波打ち鉛直方向に10～20cm程度の凹凸や段差がみられる。道路わきのU字溝の一部は破損している。戸建て住宅などの低層の構造物は少し傾いたり沈み込んだりしている。電柱や塀は傾いたり10～20cm程度沈み込んだりしている。
Cタイプ	噴砂がみられる。道路は数cm程度のわずかな波打ちや亀裂がみられる。電柱には沈降や傾きはみられない。ごくまれにレンガ塀などが少し傾いていることがある。
Dタイプ	噴砂はみられない。道路は亀裂や凹凸などはみられない。電柱・塀は沈み込みや傾きはみられない。家は沈み込みや傾きなどはみられない。



図2 ボーリング地点付近の状況。B-1は太平洋沖地震後に多量の砂が噴出した場所。B-2は噴砂や噴水が無く地表面の変形もなかったB-1よりも0.5mほど高い場所。

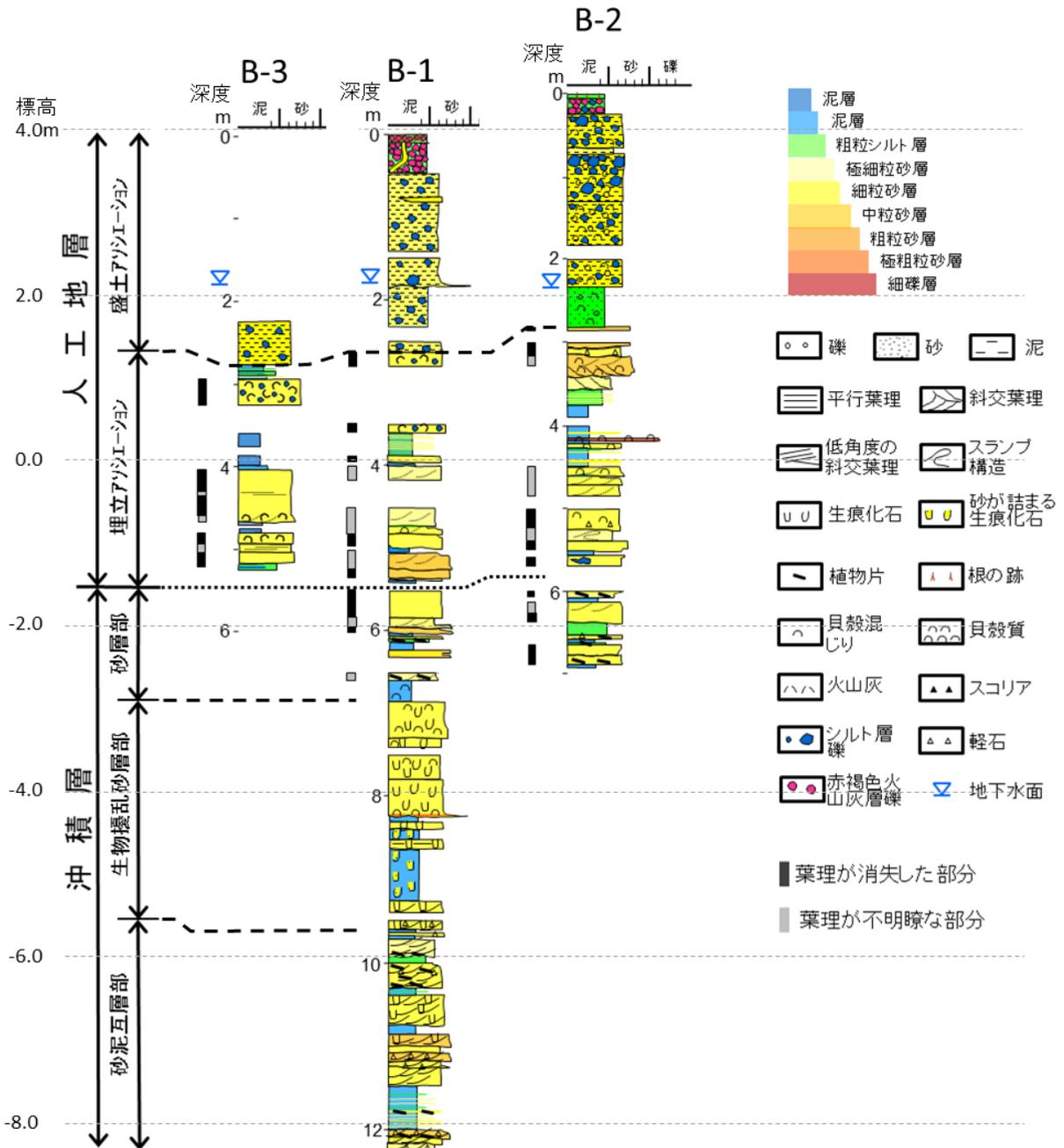


図3 浦安市日の出でのボーリング地質柱状図。B-1とB-2では地表面の高さが約0.5m異なるため、柱状図の深度0mの位置を標高に合わせて配置した。B-3はB-1の補助としてB-1の1m横で掘削した。



図4 B-1での地表～深度0.5mのオールコア試料（下）とコアの剥ぎ取り標本（上）。関東ローム層由来の赤褐色の盛土アソシエーション中に幅2cmの灰色の細粒砂からなる噴砂脈がみられている。

から1m側方に離れた地点にて後日簡易ボーリングを行った。その地点では深度2.93～3.25mは、貝殻片混じり（直径2～5mm，約10%）・シルト礫混じり（直径5～15mm，5～7.5%）の泥質分をほとんど含まない細粒砂質中粒砂層からなり葉理は消失していた。深度4.04～4.30m及び4.35～4.60mは泥質分をほとんど含まない粒径のそろった細粒砂層からなり葉理は消失していた。また、深度4.30～4.35mは泥質分をほとんど含まない粒径のそろった細粒砂層からなり葉理は不明瞭であった（図3）。

### 3 調査地の地層構成

地層構成は下位より沖積層，人工地層の順で，人工地層基底である人自不整合面はB-1，B-2ともに，コアが採取された部分に境界は見られず，コアが連続的に採取できなかった部分にその境界が推定された。並行して行った簡易貫入試験も参考にすると，B-1では深度5.5m，B-2では深度5.8mと推定された（図3）。以下に各層の特徴を述べる。

#### 3・1 沖積層

標高-1.5ないし-1.3m以深に分布し，下位より砂泥互層部，生物擾乱砂層部，砂層部から構成される。

砂泥互層部は，標高-5.60m以深に分布し，厚さ1～3cmの葉理が明瞭でややゆるい極細粒砂～細粒砂層と厚さ1～3cmのシルト層が交互に重なる中，厚さ5～35cmの葉理が明瞭なやや厚い細粒砂層がしばしば挟まれる。やや厚い砂層中には生痕がみられたり，植物片を含んだりする。シルト層中には厚さ1～2cmのレンズ状の極細粒砂層がしばしば挟まれる。泥層の厚さはまれに10cm程度となることがある。

生物擾乱砂層部は，標高-5.60～-2.85mに分布し，厚さが2.75mである。貝化石を多く含み平行葉理がみられパイプ状の生痕を多く含むややゆるい細粒砂～中粒砂層と，パイプの中に細粒砂が詰まった生痕を含む泥層から構成される。砂層中のパイプ状の生痕の外側は薄いシルトで覆われている。

砂層部は，標高-2.85～-1.50ないし-1.30mに分布し，厚さ1.55mあり，泥質分をほとんど含まないややゆるい細粒砂層を主体とする。葉理は消失したり，不明瞭となっていたりする。下部では厚さ2～25cmのシルト層がしばしば挟まれたり，葉理として植物片が挟まれたりする。

#### 3・2 人工地層

調査地の埋立前は干潟であり，この干潟の上に主に東京湾の沖合の浚渫砂がサンドポンプによって埋め立

てられた。

本調査地では、標高約-1.5m ないし-1.3m より上位に分布する。標高 1.35m ないし 1.67m を境に、この下位は埋立アソシエーション、この上位は盛土アソシエーションが分布する。

### 3・2・1 埋立アソシエーション

泥質分の少ない極ゆるい砂層と極やわらかい泥層から構成され、砂層には貝殻片や軟らかな泥層の礫（以下、泥礫という。）を含むことがある。

噴砂がみられた B-1 では標高-1.50～0.03m は葉理が不明瞭ないし消失した極ゆるい細粒砂～中粒砂層を主体とし、厚さ 1～5cm の泥層が挟まれる。標高 0.03～0.32m は粗粒シルトの葉理を挟むシルト層である。標高 0.32～1.35m は貝殻片とシルト礫を含む極ゆるい細粒砂～中粒砂層を主体とし、砂層中の葉理はほぼ消失している。

噴砂がみられなかった B-2 では、標高-1.30～0.02m は葉理が不明瞭ないし消失した極ゆるい細粒砂～中粒砂層を主体とし、厚さ 1～5cm の泥層が挟まれる。標高 0.02～1.10m はシルト層であり、粗粒シルトの葉理や粗粒砂の粒径の貝殻片を葉理として含む厚さ 7cm の細粒砂層を挟む。標高 1.10～1.67m は貝殻片混じりの細粒砂層及び中粒砂層からなる。下半部の貝殻片を 15%以上含む部分では葉理は明瞭であるが、7.5%以下しか含まない上半部では葉理が不明瞭ないし消失している。

B-1 と B-2 の液状化－流動化に関する大きな違いは、標高約 0m 付近を基底とする泥層よりも上位の埋立アソシエーションにおいてみられる。噴砂・沈下がみられた B-1 では、補助ボーリングの B-3 も合わせると葉理が消失した砂層部分の厚さが少なくとも約 0.6m あるのに対し、噴砂・沈下がみられなかった B-2 では約 0.2m と薄い。

なお、図 3 の柱状図の脇に示した葉理の状態のうち、葉理が不明瞭な部分は液状化部分、葉理が消失した部分は液状化しさらに流動化した部分と判定される<sup>4)</sup>。

### 3・2・2 盛土アソシエーション

黄灰色の泥質細粒砂層を主体とし、最上部の厚さ 0.2～0.5m は中礫大の関東ローム層由来の亜角礫の密集層である。この下位は泥礫や硬質礫を含み、一部貝殻片が混じる泥質細粒砂層である。B-1 では、細粒砂からなる噴砂脈がみられる（図 4）。

## 引用文献

- 1) 千葉県環境研究センター：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震における千葉県内の液状化－流動化被害（第 2 報）. 千葉県環境研究センター 調査研究報告 第 G-8 号, 2-1～2-69（2011）.
- 2) 千葉県環境研究センター：千葉県内の液状化－流動化現象とその被害の概要及び詳細分布調査結果（第 4 報）. 千葉県環境研究センター 調査研究報告 第 G-8 号, 4-1～4-69（2011）.
- 3) 千葉県環境研究センター：千葉県内の液状化－流動化現象とその被害の概要及び詳細分布調査結果（第 3 報）—浦安地区(1)—. 千葉県環境研究センター 調査研究報告 第 G-8 号, 3-1～3-26（2011）.
- 4) 風岡 修：液状化・流動化の地層断面 ③利根川下流低地. アーバンクボタ 40 号, 5-11（2003）.