

**東日本大震災による千葉県浦安市の  
地盤液状化被害と緑地に関する調査報告書**

平成 23(2011)年 8 月

日 本 緑 化 工 学 会  
都 市 緑 化 技 術 研 究 部 会



## はじめに

本調査報告書は、日本緑化工学会による東日本大震災に関する調査の一環として、都市緑化技術研究部会が千葉県浦安市における地盤液状化と緑地の関係についてとりまとめたものである。

埋め立て地盤での地盤液状化は、単に、地盤沈下などの地盤災害、土木構造物や建築物の破壊にとどまることなく、樹木や芝生地等の緑地にも被害をもたらした。一方でそれら緑地は、地盤液状化被害の軽減や避難場所の提供という重要な役割も果たしていた。したがって、これらの状況を出来る限り早い段階で調査、記録し、データを踏まえて緑地の持つ効果を明らかにすることは、我々緑化関係者の果たすべき重要な役割といえる。

このため日本緑化工学会は平成 23 年 4 月 2 日の理事会で、東日本大震災における緑の現状を把握するとともに、今後の防災対策、環境整備における緑のあり方を考える材料とすべく、藤原宜夫副会長を長として各研究部会などが調査を実施する方針を決定した。

これを受けて都市緑化技術研究部会では、千葉県浦安市における地盤液状化、特に噴砂による被害と樹木および芝生との関係に関して調査を実施することとした。すなわち、東日本大震災においては、北関東・東北の激甚な地震・津波災害に加えて、東京湾沿岸地帯までを含めた広範囲な地盤液状化が大きな問題となったが、地盤液状化による噴砂と緑地との関連については既存知見が限られおり、これを正確に調査、記録することが重要であると考えた。そこで、日本緑化工学会員および関連団体へ参加を呼びかけ、一般社団法人街路樹診断協会、社団法人日本造園建設業協会、表土層調査技術研究会、樹木医有志等の協力を得て調査を実施した。

私を含め、今回の調査に参加した人の中には阪神淡路大震災の際に緑地の防災効果を調査した経験を持つ者がおり、東日本大震災に遭遇して緑化の必要性とともに、その重要性について再認識した。この報告書が今後の地震など天災に対する減災・都市防災と緑化のあり方を考える上での一助となれば、関係者一同これに勝る喜びはない。

本調査の実施・とりまとめにあたり、調査に多大なご協力を頂いた浦安市公園みどり課の皆様、初動段階で貴重な情報提供を頂いた浦安市防災委員の神谷幸隆氏、終始適切な助言を頂いた千葉大学の小林達明教授（日本緑化工学会会長）、明治大学の興水肇教授、樹木の被害に関する貴重な情報を提供頂いた独立行政法人森林総合研究所の吉武孝博士、また積極的に会議・調査に参加されると共に分析等で協力頂いた本調査への参加者等、関係各位に心より御礼を申しあげる。

2011 年 8 月

日本緑化工学会 都市緑化技術研究部会 会長 木田幸男



## 目 次

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 1 本調査の概要および浦安市の地盤液状化被害概況.....                             | 1   |
| 1.1 本調査の概要.....                                           | 1   |
| 1.1.1 本調査の概要.....                                         | 1   |
| 1.1.1.1 調査の目的と背景.....                                     | 1   |
| 1.1.1.2 調査の方法等.....                                       | 1   |
| 1.2 東日本大震災の概要.....                                        | 4   |
| 1.3 浦安地盤液状化の概要.....                                       | 4   |
| 1.3.1 浦安埋め立て地の概略.....                                     | 4   |
| 1.3.2 地盤液状化の被害の概略.....                                    | 6   |
| 1.4 浦安市の公園全体での被災状況.....                                   | 11  |
| 1.4.1 調査公園リスト.....                                        | 11  |
| 1.4.2 公園調査結果.....                                         | 13  |
| 1.5 浦安市の公園全体に対する目視調査による被災状況のまとめと考察.....                   | 33  |
| 1.5.1 公園全体での被災状況のまとめ.....                                 | 33  |
| 1.5.2 浦安市の公園全体での被災状況の考察.....                              | 34  |
| 2 表層基盤・芝生分科会および樹林地分科会報告.....                              | 37  |
| 2.1 調査の目的と概要.....                                         | 37  |
| 2.2 調査の方法等.....                                           | 37  |
| 2.2.1 現地調査日時.....                                         | 37  |
| 2.2.2 調査地.....                                            | 38  |
| 2.2.3 調査方法.....                                           | 39  |
| 2.3 現地調査の結果と考察.....                                       | 41  |
| 2.3.1 若潮公園.....                                           | 41  |
| 2.3.2 中央公園.....                                           | 48  |
| 2.3.3 日の出おひさま公園.....                                      | 58  |
| 2.3.4 日の出第4街区公園およびその隣地.....                               | 66  |
| 2.3.5 明海の丘公園.....                                         | 71  |
| 2.3.6 高洲太陽の丘公園.....                                       | 74  |
| 2.3.7 高洲中央公園.....                                         | 84  |
| 2.3.8 南部記念公園における SH 型貫入試験.....                            | 88  |
| 2.3.9 美浜南第1児童公園における SH 型貫入試験.....                         | 90  |
| 2.3.10 今川トリム公園における SH 型貫入試験.....                          | 92  |
| 2.3.11 表層基盤・芝生分科会による採取土壌の pH および EC の測定結果一覧（4月17日採取）..... | 95  |
| 2.3.12 樹林地分科会による採取土壌の pH および EC の測定結果一覧（4月16日採取）.....     | 97  |
| 2.4 表層基盤・芝生分科会による調査結果の総合考察.....                           | 99  |
| 2.4.1 植物生育に対する地盤液状化の影響（特に pH と EC について）.....              | 99  |
| 2.4.2 植栽の状況と地盤液状化被害.....                                  | 100 |
| 2.4.3 表層基盤の土層構造と地盤液状化被害.....                              | 101 |
| 【参考文献】.....                                               | 103 |
| 2.5 樹林地分科会による調査結果の総合考察.....                               | 104 |
| 2.5.1 公園の樹林地と地盤液状化との関係についての総合考察.....                      | 104 |
| 2.5.2 地盤液状化による被害を軽減するための樹林地のあり方についての考察.....               | 104 |
| 【参考資料1】4月16日の樹林地分科会による検土杖調査および貫入試験の位置図.....               | 105 |
| 【参考資料2】4月16日の樹林地分科会による検土杖調査および貫入試験の位置を特定するための目印の写真.....   | 106 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 3 街路樹分科会報告 .....                   | 107 |
| 3.1 目的と概要.....                     | 107 |
| 3.2 調査の方法等.....                    | 107 |
| 3.2.1 調査対象.....                    | 107 |
| 3.2.2 調査項目 .....                   | 107 |
| 3.2.3 調査方法.....                    | 107 |
| 3.2.4 調査日程.....                    | 109 |
| 3.3 調査結果.....                      | 113 |
| 3.3.1 調査木の被災状況概要 .....             | 113 |
| 3.3.2 各調査木の状況 .....                | 114 |
| 3.3.3 その他地点の状況.....                | 151 |
| 3.3.4 土壌測定結果一覧.....                | 151 |
| 3.4. 考察 .....                      | 155 |
| 3.4.1 被害の傾向 .....                  | 155 |
| 3.4.2 今後の対策について.....               | 158 |
| 4 全体的考察と提言 .....                   | 159 |
| ( 付録 1 ) 緑地・公園以外の被災状況 .....        | 161 |
| 1 公共施設の被災.....                     | 161 |
| 2 管渠の被災 .....                      | 163 |
| 3 住宅地の被災.....                      | 165 |
| 4 車道.....                          | 168 |
| 5 歩道.....                          | 170 |
| 6 橋梁基礎 .....                       | 172 |
| 7 護岸.....                          | 172 |
| ( 付録 2 ) 有効活用が期待される噴砂の仮置堆積状況 ..... | 173 |

# 1 本調査の概要および浦安市の地盤液状化被害概況

## 1.1 本調査の概要

### 1.1.1 調査の背景と目的

東日本大震災のような未曾有の災害に対する「緑」の役割を厳密に解明するにはまだ時間を要する。しかし、公園や緑地は安全な空間であり、地震時には避難場所となる。大きな樹林地は市街地火災の延焼遮断帯となり、街路樹も延焼を抑止する。大規模な公園と接続する緑道は安全な避難路となる。海岸林は津波の破壊力を弱める働きをする。これらが緑地の減災効果と言える。

しかし、地盤液状化による噴砂により街路樹が傾いたり倒れたりすると避難の際の障害となり、津波の規模が大きい場合は、海岸林は根返りや幹折れし、流木となり建築物を破壊し、漂流する人に障害を与える漂流物ともなる。これらは、緑の持つ負の効果と言える。

津波被害の大きな東北地方の海岸部においては行方不明者の捜索や倒壊家屋の片付け等が最優先であり、市街地の緑の被害状況や防災への貢献についての詳細な調査を行なう余裕はなかった。しかし、今後の防災・減災に役立てるべくこの未曾有の災害に対して緑がどのような状況にあったかをできるだけ早急にかつ的確に記録することは、時代に遭遇した緑の技術者としての責務であると考える。

日本緑化工学会は、以上の趣旨の元、東日本大震災における緑の現状について把握を行うこととした。本調査は、その一環として都市緑化技術研究部会が実施した千葉県浦安市の地盤液状化、特に噴砂による公園・緑地の被害状況について取りまとめを行ったものである。

具体的には、浦安市内において発生した噴砂および地盤液状化による緑地・公園での樹木と芝生地、および街路樹の被害実態を調査して、緑地の被害と効用(減災効果)について明らかにし、今後の防災都市、防災公園、防災緑地の建設に資することを目的とした。

### 1.1.2 調査の方法等

#### (1) 調査体制

調査は、表層基盤・芝生分科会、樹林地分科会、街路樹分科会の3つの分科会を設置<sup>(\*)</sup>して行なった。

| 分科会         | 主なる作業目的                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 表層基盤・芝生分科会： | 事前調査により、地盤液状化の被害や噴砂は、構造物に比べて公園・緑地において軽微であることが確認されたため、公園・緑地において表層地盤構造および芝生地の効果等を確認することを目的とした。                                                                                                                                                |
| 樹林地分科会：     | 浦安市内で地盤液状化が発生した公園・緑地において、樹林地がどのような影響を受け、どのような効果を発揮したかを把握し、今後どのように生育が変化するかを追跡調査し、今後の防災公園、防災緑地の建設に役立てることを目的とした。                                                                                                                               |
| 街路樹分科会：     | 浦安市内の街路において、地震による地盤液状化等の被害が発生した箇所の街路樹の状況を、街路樹診断マニュアルなどの基準に基づき、目視によって現状確認することを目的とした。<br>さらに、地盤液状化による噴砂に塩類が含まれて塩類障害が発生することも予想されたため、噴砂が著しい箇所についてpHとEC測定を行うと共に植栽地の土壌硬度と樹木の傾斜の関連性を考えるために長谷川式土壌貫入計による土壌硬度の計測を行い、今後の地盤液状化による街路樹の被害予測に役立てることも目的とした。 |

(\*)：本報告書においては、緑地を公園等緑地と街路樹に大別し、「表層基盤・芝生分科会および樹林地分科会」の報告と「街路樹分科会」の報告とに区分した。

## (2) 連絡会議

本調査を実施するために、以下のとおり連絡会議を開催した。

|     |                  |                          |
|-----|------------------|--------------------------|
| 第一回 | 平成 23 年 4 月 13 日 | 全体打合せ、分科会設立              |
| 第二回 | 平成 23 年 6 月 1 日  | 現地調査結果の報告、取りまとめについての意見交換 |

## (3) 現地調査

### 1) 現地調査日

現地調査は、緑化工学会都市緑化技術研究部会が中心となって立案し、一般社団法人街路樹診断協会、社団法人日本造園建設業協会、表土層調査技術研究会、樹木医有志の協力を得て、以下の日程で実施した。

|       |                  |                       |
|-------|------------------|-----------------------|
| ① 第一回 | 平成 23 年 4 月 1 日  | 事前調査（調査地の状況確認）        |
| ② 第二回 | 平成 23 年 4 月 7 日  | 事前調査（調査地絞り込みのための全域踏査） |
| ③ 第三回 | 平成 23 年 4 月 16 日 | 樹林地分科会                |
| ④ 第四回 | 平成 23 年 4 月 17 日 | 表層基盤・芝生分科会            |
| ⑤ 第五回 | 平成 23 年 4 月 19 日 | 街路樹分科会                |
| ⑥ 第六回 | 平成 23 年 4 月 26 日 | 表層基盤・芝生分科会（追加現地調査）    |
| ⑦ 第七回 | 平成 23 年 5 月 10 日 | 表層基盤・芝生分科会（追加現地調査）    |
| ⑧ 第八回 | 平成 23 年 7 月 4 日  | 樹木の状況追跡調査             |

### 2) 調査方法

各分科会共通の調査方法は以下のようである。詳細は後述の各分科会報告参照。

|          |                                            |
|----------|--------------------------------------------|
| 状況調査     | ：目視による調査を行った。                              |
| ソイルコア    | ：長谷川式大型検土杖によりソイルコアを採取し、土層状況の把握と分析試料採取を行った。 |
| 土壌貫入試験   | ：長谷川式土壌貫入計を用いて、植栽地土壌の硬さを測定した。              |
| SH型貫入試験  | ：SH 型貫入試験機を行い、土壌の硬さを測定した。                  |
| pH・EC 測定 | ：噴砂中に含まれる塩分などによる植物への影響を確認するため測定した。         |

#### 参考：EC 測定の意味と単位換算

EC（Electric Conductivity の略、電気伝導度）は、溶液（主に水溶液）の電気の通りやすさの指標である。

蒸留水のような不純物が含まれない水はほとんど電気を通さないが、それにイオン性の不純物がとけ込むと電気を通すようになり、ある濃度範囲内では、とけ込んでいるイオンが多いほど電気を通しやすくなる。このため、土壌学分野では土壌に含まれる塩分や肥料分などの量を簡単に知るための指標として、EC 測定が広く用いられている。

わが国における一般的な測定法（1：5 法）は、土（風乾細土）に 5 倍重量の水（蒸留水等の不純物の含まれない水）を加えて懸濁液を作り、土中の塩類を水中にイオンとして溶かした後、その溶液の EC を測定する。しかし世界的に塩類土壌の測定で広く利用されている方法は、飽和水分状態にした土を吸引濾過した溶液の値を測定する手法で「EC<sub>e</sub>」と表現され、同じ土壌でも 1：5 法の数倍も高い EC 値を示すので外国の資料を参照する場合は注意が必要である。

EC は単なる電気伝導度であり、溶けているイオンの種類まではわからないが、あらかじめ主なる塩類の種類が想定される場合（たとえば海岸地帯であれば海水中の NaCl が主体となる）は、EC の値からおおよその塩類の量を知ることができ、ハウス園芸等での過剰な施肥による障害のチェックなどにも広く利用されている。

EC の単位は SI 単位利用の見地から、学問分野では「mS/m」（mS・m<sup>-1</sup> も同じ）が推奨され、本報告書でもそれを用いているが、農業分野では SI 単位の「dS/m」が使われることも多い。しかし、過去には長期間にわたり、「mmho/cm」という単位が使われて、これが後に「mS/cm」と呼ばれるようになり、さらに SI 単位で上記のような単位が用いられるようになっているため、利用にあたっては注意が必要である。因みにそれら単位の相互換算は以下のようである。

$$\text{「mmho/cm」} = \text{「mS/cm」} = \text{「dS/m」} = 0.01 \times \text{「mS/m」}$$

### 3) 調査参加者

現地調査参加者は表 1-1 のとおりである。



表 1-1 現地調査参加者( アイウエオ順 )

| 氏名     | 所属                    | 日程別 現地調査参加者 |   |   |   |   |   |   |   | 備考           |
|--------|-----------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|--------------|
|        |                       | ①           | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |              |
| 阿部 勉   | (株)ソシオトープ             |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 荒木 正季  | ジオグリーンテック(株)          |             |   |   |   |   | ○ |   |   |              |
| 有田 和實  | 有田樹木院                 |             |   | ○ | ○ | ○ | ○ |   | ○ |              |
| 臼井 敦史  | (株)クレアテラ              |             |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 大島 渡   | 街路樹診断協会 (株)エコル        |             |   | ○ |   | ○ |   |   |   |              |
| 太田垣 十也 | 日本大学生物科学部学生           |             |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 沖津 文雄  | 表土層調査技術研究会            |             |   |   |   |   | ○ |   |   |              |
| 梶川 昭則  | 東邦レオ(株)               |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 笠松 滋久  | 街路樹診断協会 東邦レオ(株)       |             |   |   |   | ○ |   |   |   | 街路樹分科会幹事     |
| 菅野 光弘  | 樹木医 加勢造園(株)           |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 川井 伸郎  | (株)クレアテラ              |             |   |   | ○ |   |   |   |   |              |
| 川九 邦雄  | (有)テラパックス・テクニカ        |             |   |   | ○ |   |   |   |   |              |
| 加藤 勉   | 東邦レオ(株)               | ○           |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 木澤 朗   | 東邦レオ(株)               |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 木田 幸男  | 東邦レオ(株)               | ○           |   | ○ |   |   | ○ |   |   | 都市緑化技術研究部会長  |
| 小久保 愛  | (株)地球工作社              |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 後藤 敏之  | 東京農業大学森林総合科学科学生       |             |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 関 敏之   | (有)グリーン巴              |             |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 高橋 新平  | 東京農業大学造園科学科           |             |   |   |   |   |   |   |   | 分析協力         |
| 橘 隆一   | 東京農業大学森林総合科学科         |             |   |   | ○ | ○ |   | ○ |   |              |
| 中野 裕司  | 中野緑化工技術研究所            | ○           | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ |   | 表層基盤・芝生分科会幹事 |
| 永石 憲道  | 東邦レオ(株)               |             |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 野口 喜弘  | ジオグリーンテック(株)          |             |   |   |   |   | ○ |   |   |              |
| 野島 義照  | 東邦レオ(株)               | ○           |   | ○ |   | ○ | ○ |   | ○ | 樹林地分科会幹事     |
| 野村 徹朗  | (財)日本造園建設業協会          |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 長谷川 秀三 | ジオグリーンテック(株)          |             |   | ○ | ○ |   | ○ |   |   |              |
| 羽切 俊勝  | 緑研                    |             |   |   | ○ |   |   |   |   |              |
| 半田 あさひ | 東京農業大学森林総合科学科学生       |             |   |   |   |   |   | ○ |   |              |
| 藤川 富夫  | 表土層調査技術研究会(大成基礎設計(株)) |             |   |   | ○ |   | ○ |   |   |              |
| 藤崎 健一郎 | 日本大学生物資源科学部           |             |   |   | ○ | ○ |   |   |   |              |
| 藤田 茂   | (有)緑化技研               |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 前田 正明  | 屋上緑化マネジメントサービス        | ○           |   |   |   |   |   |   |   |              |
| 美濃又 哲男 | (株)エル・エス研究室           |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 宮川 春香  | 日本大学生物科学部学生           |             |   |   |   |   | ○ |   |   |              |
| 森岡 千恵  | 日本工営(株)               |             |   | ○ |   |   |   |   |   |              |
| 山下 得男  | 街路樹診断協会 (株)富士植木       |             |   |   |   |   | ○ |   |   |              |
| 吉田 悟志  | 樹木医                   |             |   |   |   | ○ |   |   |   |              |
| 吉田 裕介  | (株)ネクスコ・メンテナンス関東      |             |   |   | ○ |   |   |   |   |              |
| 渡邊 千波  | 東京農業大学森林総合科学科学生       |             |   |   |   |   |   | ○ |   |              |

## 1.2. 東日本大震災の概要

東日本大震災は、平成 23 (2011) 年 3 月 11 日 14 時 46 分に三陸沖の深さ約 24km で発生したマグニチュード 9.0 の、西北西－東南東に圧力軸を持つ逆断層型、太平洋プレートと北米プレート境界域における海溝型地震である。これは、日本の観測史上では過去最大、世界的にも希有な大地震であり、東北地方から千葉県に及ぶ沿岸に、場所によっては波高 10 メートル以上、最大遡上高 38.9m にものぼる大津波が発生して、特に東北地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。また津波の他にも地震の揺れ自体や地盤液状化、地盤沈下、ダム決壊、斜面崩壊等の多くの被害が発生し、各種ライフライン、道路・鉄道も寸断された。さらに、津波被害を受けた福島第一原子力発電所の事故により、極めて深刻な事態を誘発している。

この地震による被害は 2011 年 8 月時点で、震災による死者・行方不明者合わせて 21,000 名弱、建築物の全壊・半壊は合わせて 26 万棟以上に及んでいる（警察庁発表資料による）。地震による災害の範囲は、三陸海岸から房総半島、東京湾沿岸および新潟県や長野県にも及んでいる。

## 1.3. 浦安地盤液状化の概要

### 1.3.1 浦安埋め立て地の概略

浦安市における埋め立て地は、市総面積の約 3/4、13km<sup>2</sup>に達している。埋め立ては、昭和 40 年 9 月に着工し、昭和 50 年 11 月に竣工した第一期埋め立てと、昭和 47 年 12 月に着工し、昭和 55 年 12 月に竣工した第二期埋め立てからなる。

第一期埋め立ては、サンドポンプによる浚渫埋め立てで行なわれているが、第二期埋め立てでは浚渫土砂が不足したため山砂で補っている。第二期埋め立て工事では、プレロードによる圧密が行なわれており、その残土を盛り土に用いて総合公園が造成されている。埋め立て時期は、表 1-2 および図 1-1 のようになっている。

表 1-2 浦安地区の埋め立て経緯（着工、竣工の年月）

| 埋め立て事業 |      | 地名                                  | 着工年月                                     | 竣工年月                                      |
|--------|------|-------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 第一期    | A 地区 | 海楽(かいらく)、美浜(みはま)、入船(いりふね)           | 昭和 40 年 9 月                              | 昭和 46 年 5 月                               |
|        | B 地区 | 東野(ひがしの)、富岡(とみおか)、弁天(べんてん)、今川(いまがわ) | 昭和 40 年 9 月                              | 昭和 43 年 5 月                               |
|        | C 地区 | 舞浜(まいはま)                            | 昭和 43 年 5 月                              | 第 1 工事：昭和 43 年 5 月<br>第 2 工事：昭和 50 年 11 月 |
| 第二期    | D 地区 | 日の出(ひので)、明海(あけみ)                    | D : 昭和 47 年 12 月<br>D2 : 昭和 50 年 2 月     | 昭和 53 年 8 月                               |
|        | E 地区 | 高洲(たかす)、港(みなと)                      | Ea,Eb : 昭和 47 年 12 月<br>E2 : 昭和 50 年 2 月 | Eb : 昭和 54 年 8 月<br>Ea,E2 : 昭和 55 年 1 月   |
|        | F 地区 | 千鳥(ちどり)                             | 昭和 47 年 12 月                             | Fa : 昭和 54 年 8 月<br>Fb : 昭和 55 年 12 月     |



図 1-1 浦安における埋め立ての経緯



出典：「液状化・流動化の地層断面」URBAN KUBOTA No.40

(参考) サンドポンプによる浚渫埋め立ての事例(利根川下流地域)

### 1.3.2 地盤液状化の被害の概略

#### (1) 地盤液状化のメカニズム

地盤液状化現象とは、地下水位が元々高い、あるいは地震の振動により地下水の圧力が高まり地下水位が高くなった比較的単粒度で軟らかい砂基盤の箇所が発生するもので、地震時の振動により砂粒子間の結合が弱くなり地下水と砂が分離し、流体状となることを指す。地下水中に漂う重い砂粒子は沈もうとし間隙水圧が上昇するため、地盤の弱い部分より砂が混じった地下水が噴出する。この時噴出した水に混じって地上部に噴き出した砂を噴砂と称している。

公園・緑地、樹木・芝地に対する被害は、主に噴砂によるものである。また、噴砂の量が少なく地下水が卓越し吹き出したものを本報告では、「噴水」と称した。

#### (2) 液状化が発生しやすい土層

「2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書」では、建築基準法施行令第93条（地盤および基礎杭）に従って地盤の許容応力度および基礎杭の許容支持力を決定する際に、地震時の地盤の液状化を検討すべき対象地盤として、以下の条件を示している。

- ① 地表から 20m の深さ以内にあること。
- ② 砂質土で粒径が比較的均一な中粒砂などからなること。
- ③ 地下水以深にあって、水で飽和していること。
- ④ N 値がおおむね 15 以下であること。

また、地盤液状化の危険度判定が必要な土層について、建築基準構造設計指針では次のように示している。

- ① 20m 程度の沖積飽和土層であること。
- ② 細粒分含有率が 35% 以下であること。
- ③ 細粒分が 35% 以上あっても、粘土含有率が 10% 以下、または塑性指数が 15 以下の埋め立て、あるいは盛土地盤（盛土地盤などの人工造成基盤では、細粒分含有率が 35% 以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例があるため）。
- ④ 細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫。

#### 参考資料

- (1) 「建築物を対象とした地震時の地盤の液状化判定手法について」
- (2) 「液状化の判定」ミニナビNO.33 2006.5 ジオテック(株)

#### (3) 浦安市の液状化被害

浦安市では、当日震度 5.0 強を記録した。浦安市における地盤液状化の被害は地盤沈下によるものが多く、液状化に伴って地下水と砂が噴き出したため、その分地盤が低下し、埋め立て地の全域で地盤沈下が発生している。

(図 1-2 参照)

戸建て住宅地における被害は第一期埋め立て地、JR 京葉線に沿う地域、舞浜・今川地区に集中しており、建物が沈下して傾く、電柱が沈下して傾くなど被害は大きい。高層建築や橋梁などは、基礎がしっかりしているため、それ自体の被害は軽微であるが、地盤の沈下により相対的に隆起した形となり、建築物の入り口と歩道との間に著しい所では 50cm 以上の段差が発生している。

地盤の液状化により間隙水圧が上昇し、相対的に重い水道管は沈下して破断し、相対的に軽いガス管、下水道管は浮力が働いて浮き上がり、マンホールは 1m 以上歩道から飛び出た箇所もある。これにより上下水道が寸断され、上水で 3 万 3000 戸が、下水で 3 万 7000 戸が被害を受けた。浦安市の住宅約 7 万戸のうち、約 1/2 が被災した。上水、ガスは圧力で搬送するため、地上部に仮設管を設置し早急な復旧が図られているが、下水道は勾配に沿っての管渠構造である必要があるが、管渠に噴砂が流入したり逆勾配となったりしている箇所が多く、その復旧が遅れた。上下水道、ガスは、生活に必需のインフラであり、地盤の液状化が発生する可能性のある地域では埋め戻し方法など管渠構造の見直しが必要と考えられる。

幹線道路は液状化による地盤沈下により波の打った状態となっているが、車両の通行障害となる被害は少なく、早期に復旧している。しかし、建築物基礎や構造物と幹線道路に挟まれた歩道部は脆弱なため破壊されやすく、

噴砂の発生、大きな波打ち、歩道平板の浮き上がり、亀裂などが発生している。

市道は幹線道路と比較し基礎が脆弱であるため、噴砂による地盤沈下の影響を大きく受け、段差・割れ目の発生が著しい状態であった。噴砂は、道路の車道と歩道の境など弱部から多く発生していた。歩道は地震被災時の避難経路となるものであり、地盤液状化による噴砂の発生が予測される地域では歩道の構造の見直しやより強固な構造とすることが必要と考えられた。

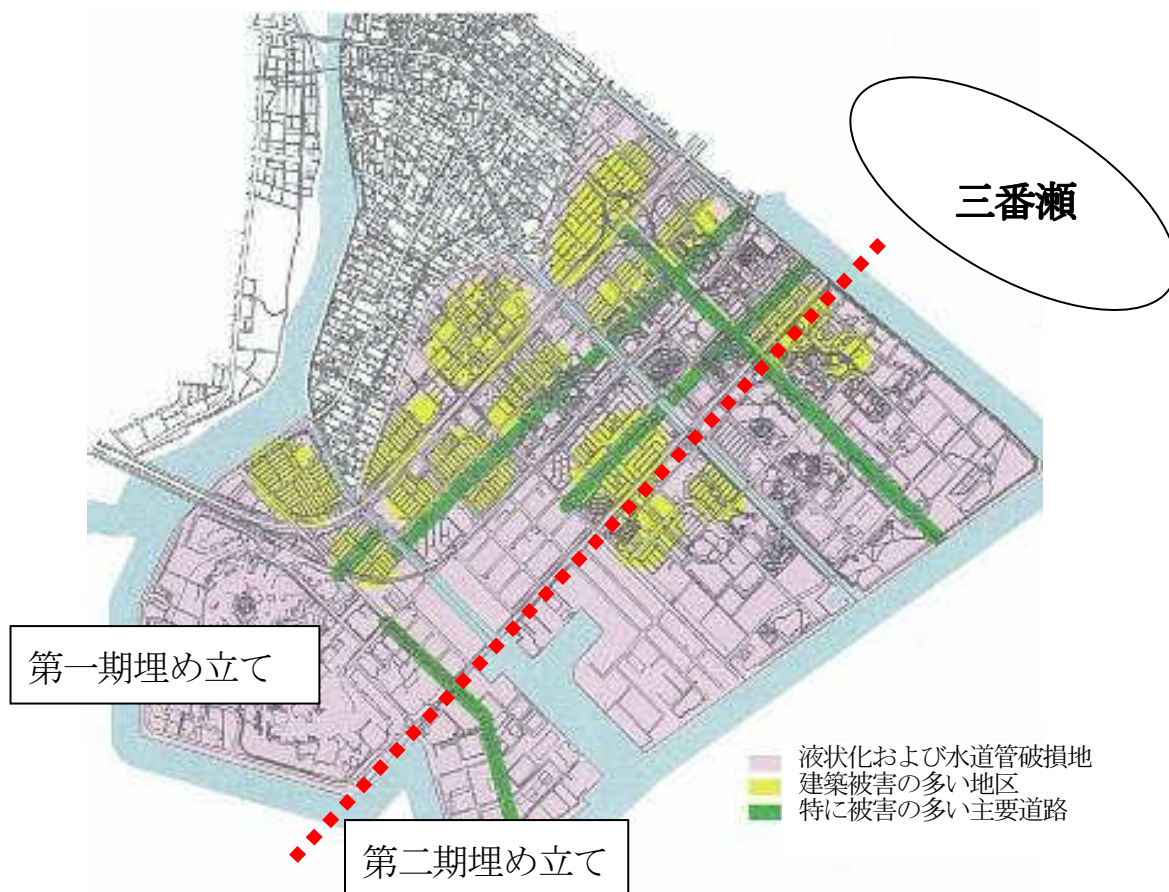


図 1-2 浦安市の液状化被害図

#### (4) 浦安市の地盤構造

千葉県地質環境インフォメーションバンクから浦安市舞浜地区での2箇所（①千葉県浦安市舞浜2丁目、②浦安市舞浜3丁目）の地質柱状図を引用する。位置図は図1-3に示す。

千葉県浦安市舞浜2丁目の地質柱状図では、表層から深さ7mほどまでのN値は10前後、その後、N値が1～3の軟弱基盤が続く（図1-5参照）。浦安市舞浜3丁目の地質柱状図では表層は柔らかく、深さ11m辺りで固い層が見られるものの、再びやわらかい層が続く（図1-4参照）。

日本建築学会の指針に基づき柱状図を分析した京都大学の田村修次准教授は、「（液状化の）程度が小さかった場所では、表層近くはそれほど液状化しなかったとみられる。一方、程度が大きかった場所では、深さ6mと10mぐらいのところが液状化したとみられる」、「特に戸建住宅の被害については、表層から6mぐらいまでで起こった液状化に依存したのではないかと分析している（参考(1)および(2)参照）。

本調査は緑地・公園などの地盤液状化・噴砂による被害状況についてのものであり、緑地・公園などではさらに浅層部分の地盤の解明が重要と考え、表層地盤に関する調査を実施した。

#### 参考

- (1) 日経アーキテクチャ 2011年4月25日号 P58-63 「深さ7m以内の地盤対策は効かず 千葉・浦安で露呈した埋め立て宅地の液状化リスク」
- (2) 「ケンプラッツ」のホームページ（建築・住宅：「特報：学者もどよめく柱状図、浦安市舞浜の軟弱地盤」2011/04/07）  
<http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/building/news/20110405/546805/>





図 1-3 浦安市舞浜地区での土質柱状図の位置図

### 地 質 柱 状 図

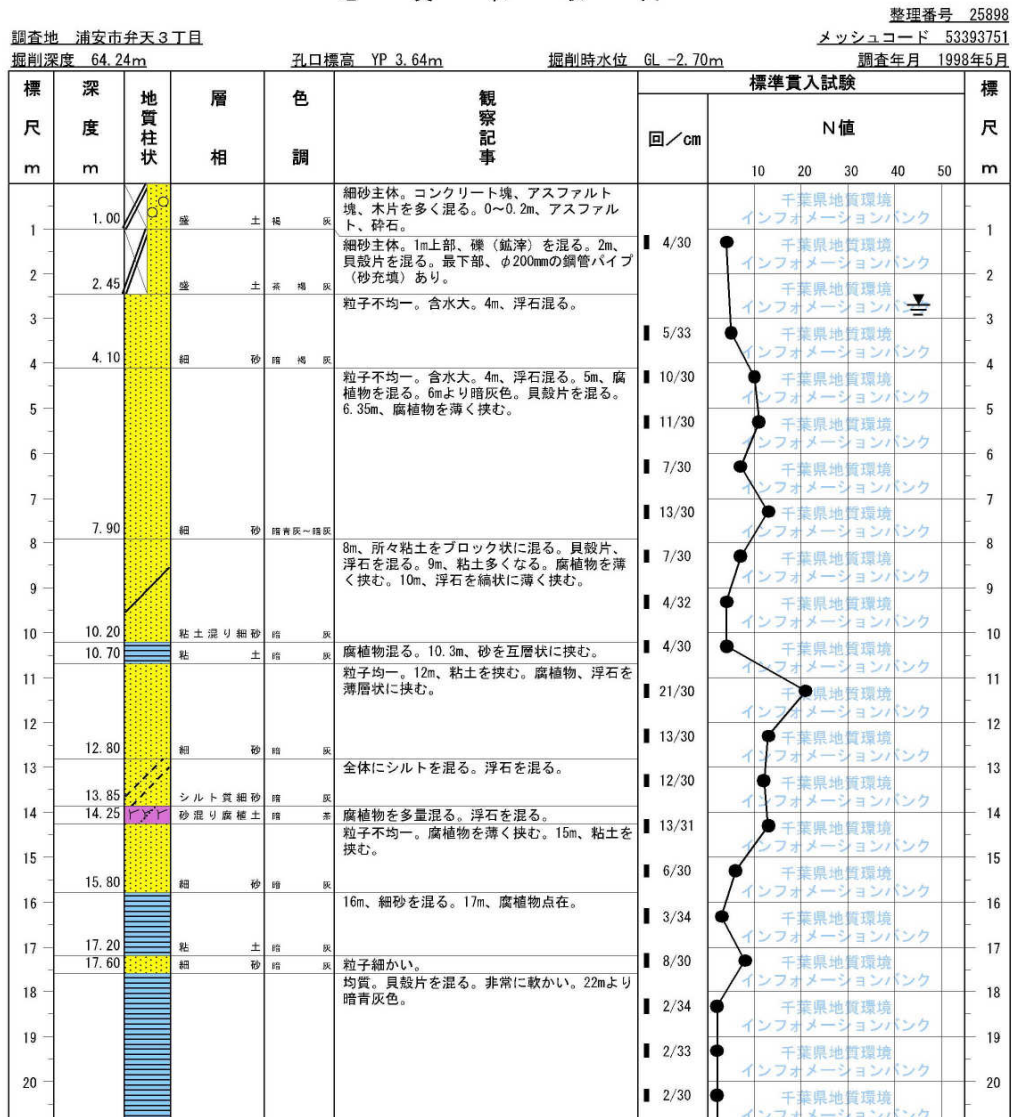


図 1-4 浦安市舞浜3丁目の地質柱状図

地 質 柱 状 図

整理番号 09849

メッシュコード 53393760

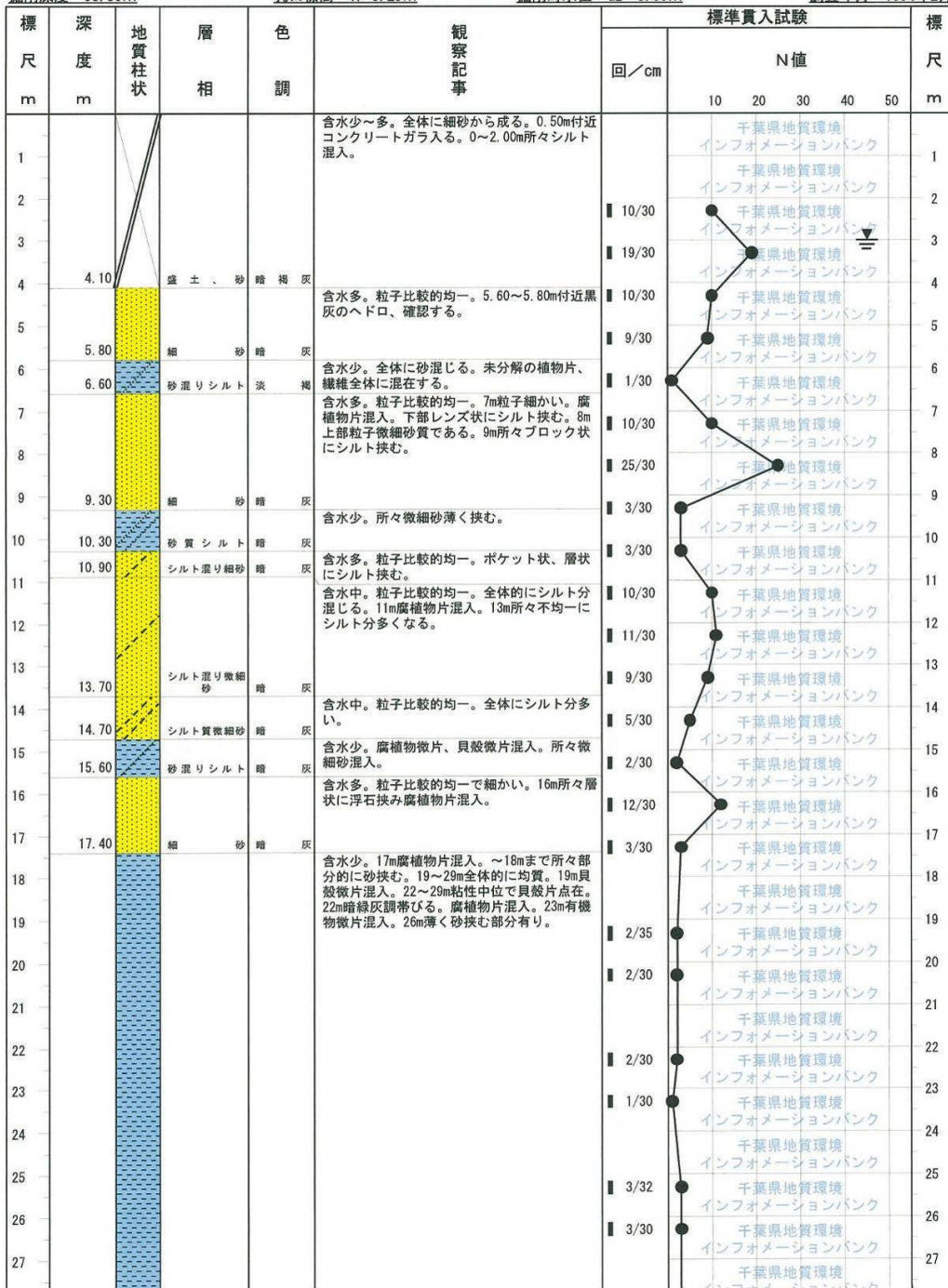
調査地 浦安市舞浜2丁目

掘削深度 58.30m

孔口標高 TP 5.25m

掘削時水位 GL -3.00m

調査年月 1994年2月



「千葉県地質環境インフォメーションバンク」による

図 1-5 浦安市舞浜2丁目の地質柱状図



## (5) 公園が果たした役割

地盤液状化とそれに伴う噴砂の仮置きヤードとして、また、仮設トイレ置き場として公園が役に立った（図 1-6 参照）。地震被災に対し、公園の持つオープンな空間は多面的な効果を持つものであるが、特に避難場所となる効果を有する点で、公園の安全性の確保が重要である。



図 1-6 仮設トイレの設置場所位置図（その多くは公園である）



写真 1-1、写真 1-2 仮設トイレの設置場所、噴砂の仮置き場となっている公園（大三角(おおさんかく)公園)



## 1.4 浦安市の公園全体での被災状況

### 1.4.1 調査公園リスト

浦安市には、約 120 箇所の公園が存在し、大部分が埋め立て地に存在する。そのうち表 1-3 および図 1-7 に示す 33 箇所(約 28%)について、被害状況の目視観察を行った。

太字は、詳細調査を行った公園、他は見取り調査を行った公園である。並べ方は、それぞれの埋め立て地区において海岸から離れた公園から、海岸に近い公園とした。海岸からの距離がほぼ同位置にあるものは、三番瀬よりにあるものから、舞浜方向へと並べた。

表 1-3 埋め立て時期別に見た公園の被害状況

| 埋め立て<br>時期 | 公園名                      | 町名       | 被災状況   |        |    |        |    |       |     |       |
|------------|--------------------------|----------|--------|--------|----|--------|----|-------|-----|-------|
|            |                          |          | 地盤・割れ目 |        | 噴砂 |        | 園路 |       | 植栽地 |       |
| 自然<br>地盤   | (1) 南部記念公園<br>(清滝弁財天に隣接) | 堀江 5 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
| 第一期        | (2) 海楽南児童公園              | 海楽 1 丁目  | ×      |        | △  | 歩道・芝生地 | ×  |       | ×   |       |
|            | (3) 忠霊塔公園                | 猫実 1 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (4) 美浜南第 1 児童公園          | 美浜 3 丁目  | ×      |        | △  | 芝生地(水) | ×  |       | ×   |       |
|            | (5) 美浜公園                 | 美浜 5 丁目  | ×      |        | △  | 芝生地    | △  | 蓋落ち   | ×   |       |
|            | (6) 美浜運動公園               | 入船 5 丁目  | ×      |        | ○  | グラウンド  | ×  |       | ×   |       |
|            | (7) 美浜西エステート児童公園         | 美浜 2 丁目  | ○      | 小亀裂    | ◎  | ダスト    | △  | 噴砂    | ×   |       |
|            | (8) 若潮公園                 | 美浜 2 丁目  | ○      | 小亀裂    | △  | 築山下    | △  | 噴砂    | ×   |       |
|            | (9) 入船エステート第 1 児童公園      | 入船 6 丁目  | ×      | ガス管仮設  | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (10) 入船ちびっこ広場            | 入船 4 丁目  | ×      |        | △  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (11) 入船西児童公園             | 入船 4 丁目  | ×      |        | △  | 施設回り   | ×  |       | ×   |       |
|            | (12) 東野第 1 児童公園          | 東野 3 丁目  | ×      |        | ○  | ダスト    | ×  |       | ×   |       |
|            | (13) 中央公園                | 富岡 4 丁目  | ●      | 大亀裂    | ◎  | グラウンド  | ●  | 破断    | ○   | 亀裂    |
|            | (14) 弁天ふれあいの森公園          | 弁天 4 丁目  | ×      |        | △  | 芝生地    | ×  |       | ×   |       |
|            | (15) 見明川公園               | 弁天 3 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (16) 今川トリム公園             | 今川 3 丁目  | ○      | 噴砂口    | ○  | ダスト    | ○  | 陥没    | ×   |       |
|            | (17) 舞浜公園                | 舞浜 2 丁目  | ○      | 噴砂口    | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (18) 舞浜第 2 児童公園          | 舞浜 2 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (19) 大三角公園               | 舞浜 3 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (20) 浦安市運動公園             | 舞浜 3 丁目  | ×      |        | ○  |        | ○  |       | ×   |       |
| 第二期        | (21) 日の出第 1 街区公園         | 日の出 2 丁目 | ×      |        | ○  | ダスト等   | ○  | 噴砂    | ×   |       |
|            | (22) 日の出北公園              | 日の出 3 丁目 | ●      | 大亀裂    | ×  |        | ●  | 破断    | ○   | マツ林亀裂 |
|            | (23) 日の出おひさま公園           | 日の出 5 丁目 | ●      | 沈下・大亀裂 | ●  | 厚く堆積   | ×  |       | ×   |       |
|            | (24) 日の出第 2 街区公園         | 日の出 3 丁目 | ○      | 沈下・亀裂  | ○  | 芝生地歩道  | ×  |       | ×   |       |
|            | (25) 日の出第 4 街区公園         | 日の出 3 丁目 | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (26) 墓地公園                | 日の出 8 丁目 | ×      |        | △  | 道路     | ×  |       | ×   |       |
|            | (27) 明海第 1 街区公園          | 明海 2 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (28) 明海の丘公園              | 明海 3 丁目  | ○      |        | △  |        | ×  |       | ○   | 亀裂    |
|            | (29) 明海第 4 街区公園          | 明海 5 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (30) 総合公園                | 明海 7 丁目  | ×      |        | ×  |        | ×  |       | ×   |       |
|            | (31) 高洲太陽の丘公園            | 高洲 2 丁目  | ○      | 沈下     | ○  | 舗装     | ○  | 沈下・亀裂 | ○   | 亀裂    |
|            | (32) 高洲中央公園              | 高洲 4 丁目  | ×      | 貯水施設   | ×  |        | △  | 縁石    | ×   |       |
|            | (33) 高洲海浜公園              | 高洲 9 丁目  | △      | 境界     | △  | 歩道     | △  |       | ×   |       |

注) 太字は、詳細調査を行った公園、斜字は、目視調査に加えて SH 型貫入試験を実施した公園、他は目視観察のみを行った公園である。

凡例 (被害状況) : × なし、△ 僅か、○ あり、◎ 多い、● 甚大

並べ方は、それぞれの埋め立て地区において海岸から離れた公園から、海岸に近い公園とした。海岸からの距離がほぼ同位置にあるものは、三番瀬よりにあるものから、舞浜方向へと並べた。

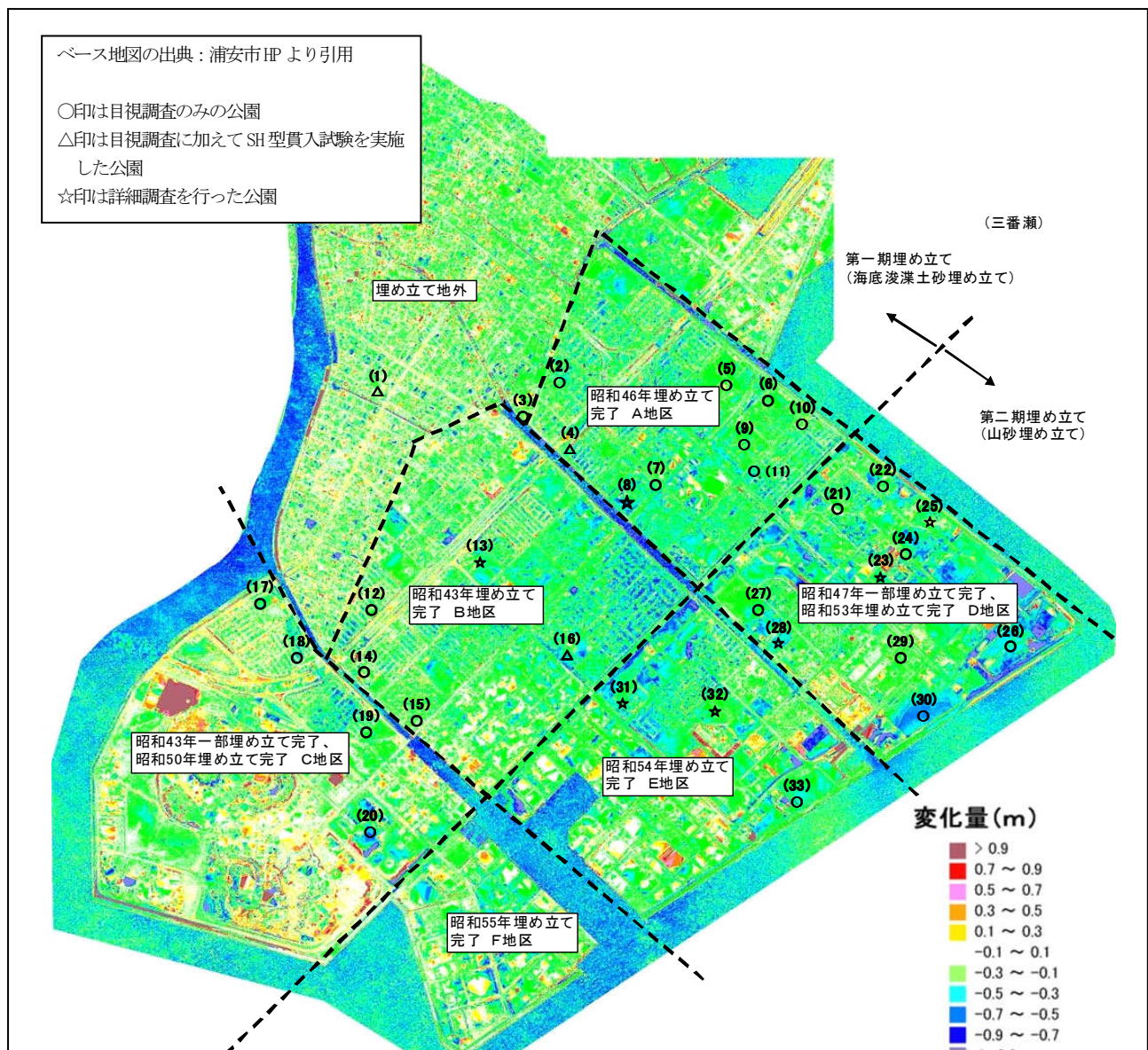


図 1- 7 調査公園の位置図



## 1.4.2 公園調査結果

### (1) 南部記念公園(清滝弁財天に隣接) (自然地盤)

埋め立て地外であり、地震による噴砂・地盤液状化の被害は発生していない。地盤液状化、および噴砂の発生は、地盤の影響が大きいことが理解できる。

(※ この公園については、埋め立て地以外の公園での地盤を調査するため、SH型貫入試験を実施した。)



### (2) 海楽南児童公園 (第一期A地区)

植栽木が大きく生長し、古い時期の公園である。地盤・歩道の変形などの地震被害は見受けられないが、歩道、芝生地に僅かに噴砂が認められた。

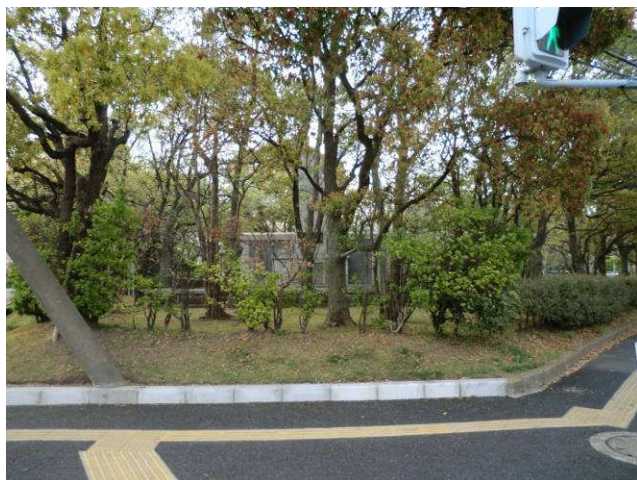


歩道、芝地に若干の噴砂が認められる。



### (3) 忠霊塔公園（第一期A地区）

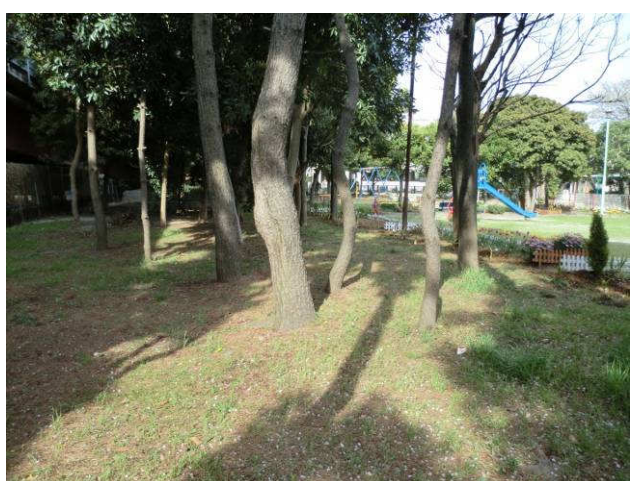
樹林の多い小規模公園である。芝生の被害、噴砂は認められなかった。



### (4) 美浜南第1児童公園（第一期A地区）

地盤の変形は認められない。噴砂は認められるが、極軽微である。地元住民は、被災時には水が噴き出したと話しており、比較的浅層の被圧水が若干の砂を巻き込み噴き出したものと推定される。

（※ この公園については、噴水が確認された現場として地盤を調査するため、SH型貫入試験を実施した。）



植栽地内は問題ない。





噴水箇所。芝地に若干の噴砂が認められる。地元住民は、水が噴き出したと言っている。

##### (5) 美浜公園（第一期A地区）

ダスト舗装、芝地に噴砂が発生しているが軽微である。芝地は被圧水が噴き出したものと考えられ、薄く一様に砂が認められる。植栽木は大きく生長しており、地震の影響を受けていない。



ダスト舗装とそれに接する芝地に噴砂が認められる。



植栽地には、薄く噴砂が認められる。



排水路の蓋が落ちている。



(6) 美浜運動公園（第一期A地区）

グラウンドに噴砂が薄く認められる程度で、被害は軽微である。



グラウンドに噴砂が発生している。

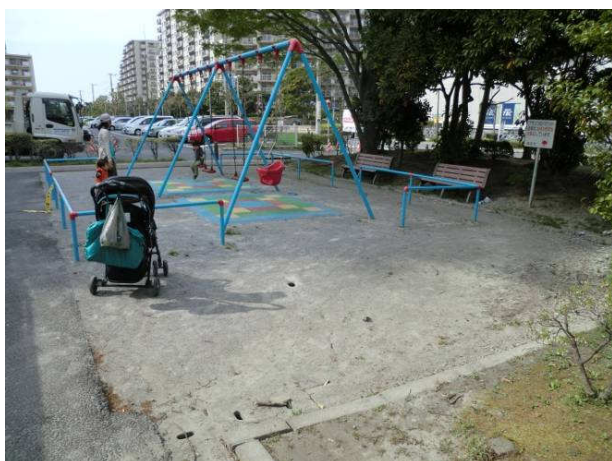
(7) 美浜西エステート児童公園（第一期A地区）

園路入り口、ダスト舗装に噴砂が発生している。平板など舗装が剥離している。

直交する幹線道路に挟まれた位置にあり、地盤液状化によるひずみを受けたものと考えられる。



幹線道路に接する入り口部分。平板舗装箇所に噴砂が発生している。



ダスト舗装箇所に噴砂口が認められ噴砂し、構造物基礎周辺に小クラックが認められる。





歩道縁石際から噴砂しているが、植栽地は問題ない状態である。

#### (8) 若潮公園（第一期A地区）

第2章で詳述。

#### (9) 入船エステート第1児童公園（第一期A地区）

園路、植栽地とも問題はない。ただし、ガス管が地表部に仮設されており、比較的浅層の液状化は発生している。植栽木が大きく育ち、密に存在することから、樹木根系の緊縛力により地盤表層被害が免れたものと考えられる。





(10) 入船ちびっ子広場（第一期A地区）

地盤被害は発生していないが、縁石の縁、芝生に若干の噴砂が認められる。均一に噴砂が広がっていることから、浅層の被圧水が若干の砂を伴い吹き出したものと考えられる。



(11) 入船西児童公園（第一期A地区）

全体としては被害は発生していない。園地施設周辺から若干の噴砂が認められる。施設を据え置く際の掘削部が、構造的に弱い箇所を造っているものと考えられる。



(12) 東野第1児童公園（第一期B地区）

ダスト舗装に噴砂が認められるが、軽微である。







(13) 中央公園（第一期B地区）  
第2章で詳述。

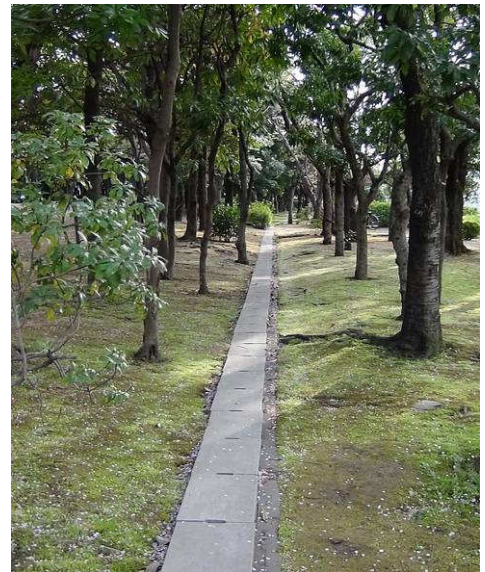
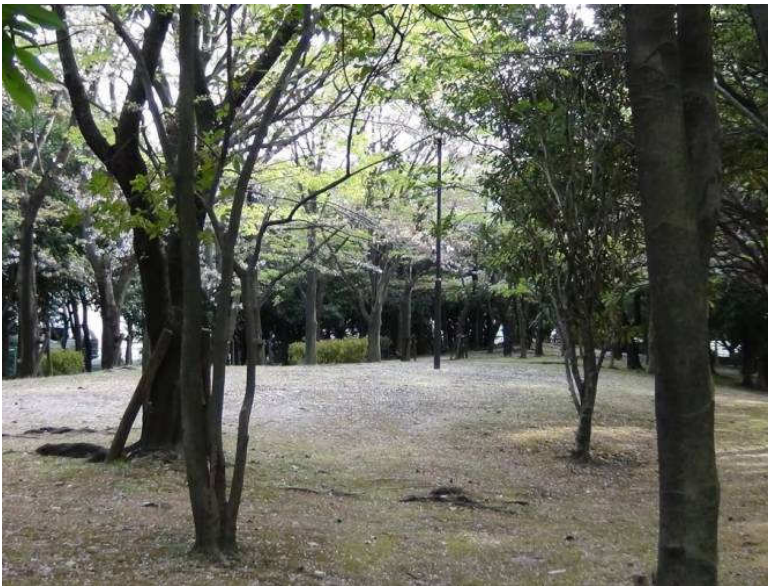
(14) 弁天ふれあいの森公園（第一期B地区）  
芝生地に若干噴砂が認められるが、舗装などの被害は発生していない。



(15) 見明川公園（第一期C地区）  
樹木が生長し、根系を発達させている。地盤が固いのか、根上り状態である。  
地震による被災は認められない。







#### (16) 今川トリム公園（第一期B地区）

樹林、芝生地の被害は認められないが、車道に近いダスト舗装、園路の中に、車道と並行した亀裂が認められ、噴砂している。幹線道路に面する箇所がひずみを大きく受けており、歩道は大きく歪んでいる。当公園は、その影響により被害が大きくなったものと考えられる。割れ目は、道路より約30mの位置に発生している。

（※ この公園については、噴砂が特に厚く発生した現場と植栽地の地盤状況を対比するため、SH 型貫入試験を実施した。）



噴砂でベンチが沈んでいる。





ダスト舗装に割れ目が入り噴砂している。

歩道部の噴砂



歩道部に亀裂が入り、噴砂している。





芝生・植栽地の被害は認められない。

#### (17) 舞浜公園（第一期C地区）

園路、築山下部に亀裂が認められ、噴砂している。亀裂は幹線道路と並行し約 30m の位置に存在し、植栽地まで侵入している。一部、植栽地内でも噴砂が認められるが、おおむね植栽地は被害を受けていない。

樹林地から築山にかけて亀裂が入っているが、幹線道路に平行し約 30m の位置に発生している。





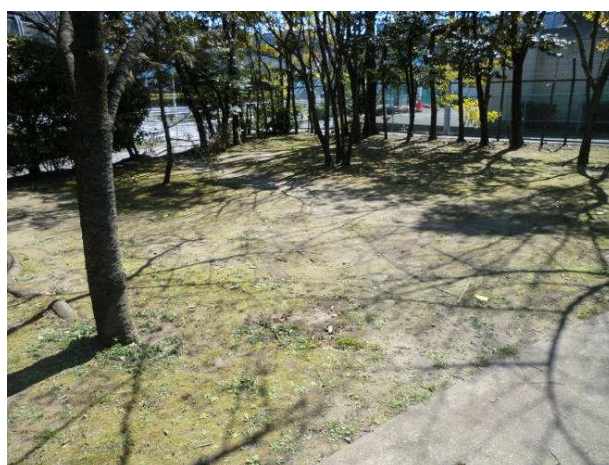
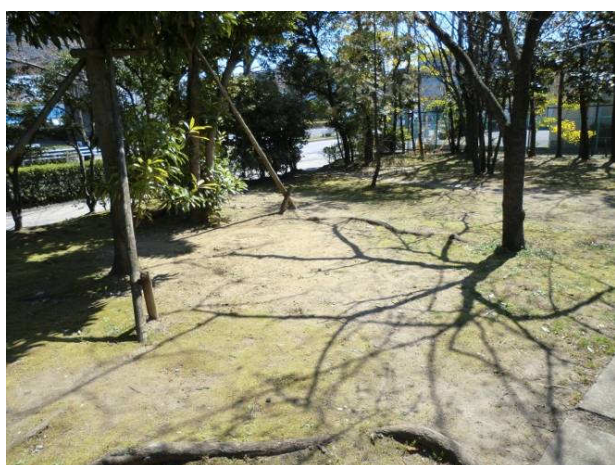


(18) 舞浜第2児童公園（第一期C地区）

ダスト舗装から噴砂が認められるが、植栽地には噴砂は認められない。



ダスト舗装からの噴砂



植栽地の状況



(19) 大三角公園（第一期C地区）

ダスト舗装箇所から噴砂が発生し、縁石が歪み、ツリーサークルの浮き上がりが発生している。  
芝生、樹林地からの噴砂は軽微である。



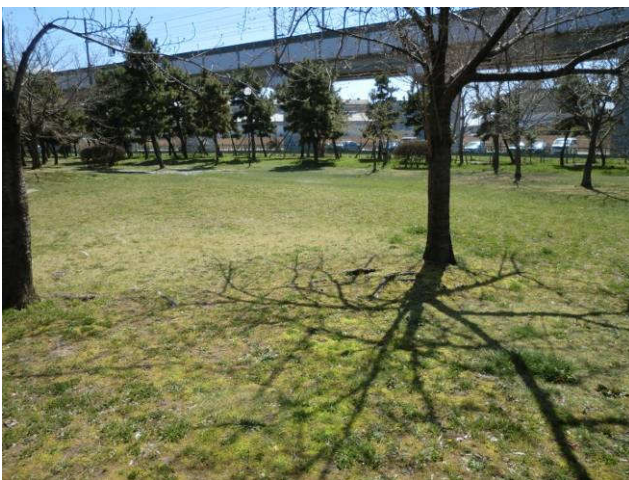
ダスト舗装箇所からの噴砂



歩道の被災



ツリーサークルの浮き上がり



芝生・樹林地では、噴砂が認められない、または、軽微。





芝地で発生した噴砂 沈下によるものと考えられる凹地が発生。

## (20) 浦安市運動公園（第一期C地区）

平板舗装、ダスト舗装、歩道から噴砂が発生している。芝生からも噴砂は発生しているが軽微である。

他の公園施設と比較し、平板舗装などにより覆われている面積が大きいことが、噴砂被害を大きくしたものと考えられる。



芝生地においても噴砂は発生しているが軽微。



ダスト舗装、平板舗装箇所から噴砂している。





歩道、駐輪場から噴砂、歩道は沈下している。

(21) 日の出第1街区公園（第二期D地区）

園地舗装の上、および芝生全体に噴砂が認められた。調査時点で噴砂が撤去されていたため、その程度は判定できないが、芝生に割れ目が認められた。



## (22) 日の出北公園（第二期D地区）

三番瀬に近接する公園である。道路より高く盛土をしているが、三番瀬との境に築造された防波堤に並行する割れ目が認められる。防波堤の側方流動により発生した亀裂と考えられる。

日の出北公園から、明海大学・イトーヨーカ堂、高洲中央公園に連なるラインは、マンホールの浮きだしや擁壁の店頭などが多く認められる地域であり、埋め立て地の年度境など地盤構造的な弱部が存在したと考えられる。







地盤に亀裂が入ったが、多くの根系は切断されず残っている。大きく開口した箇所は切断されているものもある。

(23) 日の出第おひさま公園（第二期D地区）  
第2章で詳述。

(24) 日の出第2街区公園（第二期D地区）

ダスト舗装に噴砂が認められる。厚く噴砂が堆積しており、子供たちの遊ぶ砂場と化している。噴砂さえも砂場として遊び場に変えてしまう子供達のパワーが、復興を支える力となる。



(25) 日の出第4街区公園（第二期D地区）

第2章で詳述。

(26) 墓地公園（第二期D地区）

全体として被害が発生していない。一部、歩道部分より噴砂が認められるのみである。  
50cm以上の覆土がなされている。



墓地として納骨するため、厚い覆土がなされている。



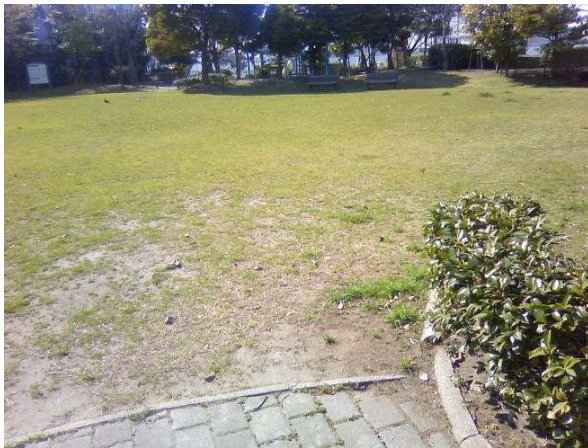
歩道脇から噴砂している。



(27) 明海第1街区公園（第二期D地区）

厚い覆土のうえに造成されているためか、被害を受けていない。

隣接する歩道は厚い噴砂が堆積し、ボランティアが撤去作業を行っていた。



(28) 明海の丘公園（第二期D地区）

第2章で詳述。

(29) 明海4街区公園（第二期D地区）

被害は認められなかった。



(30) 総合公園（第二期D地区）

被害は認められなかった。第一期埋め立て地に実施したプレローディングの残土を盛り立てて造った公園である。高く盛り立てられており、覆土効果が高く地震被害が発生しなかったものと考えられる。





プレローディングに用いた土の残土を盛土し造成

(31) 高洲太陽の丘公園（第二期E地区）

第2章で詳述。

(32) 高洲中央公園（第二期E地区）

第2章で詳述。

(33) 高洲海浜公園（第二期E地区）

芝生地の被害は発生していない。歩道縁石部から若干の噴砂が認められ、公園入り口境界、車止めの部分が破壊されている。



全体としては被害が発生していない。





公園境が破壊され車止めがゆがんでいる。



縁石のヘリから若干噴砂が認められる。

## 1.5 浦安市の公園全体に対する目視調査による被災状況のまとめと考察

### 1.5.1 公園全体での被災状況のまとめ

#### (1) 第一期埋め立て地内の公園被害

第一期埋め立て地の A 地区では、噴砂・地盤液状化による被害は少なく、噴砂は薄く広く面的に覆う箇所が多い。地元住民は「水が噴き出した」と話していることから、地震の震動により地盤液状化が発生し、比較的浅層に存在する被圧水の間隙水圧が上昇し、若干の砂分と共に噴き出したものと考えられる。第一期埋め立て地 A 地区で噴砂の程度が大きかったのは、美浜西エステート児童公園であるが、京葉線沿いの幹線道路、及びそれに直交する幹線道路に挟まれており、地震により発生した地盤液状化による歪みが構造的に弱い歩道部分に出、それが公園内のダスト舗装の部分にも影響を及ぼしたものと考えられる。しかし、植栽地の被害は認められなかった。

第一期埋め立て地の B 地区では、中央公園、今川トリム公園を除き、被害は軽微である。噴砂はダスト舗装やグラウンドから発生しており、芝地は少ない。亀裂沿いに植栽地内でも噴砂の発生が認められたが軽微である。

中央公園の連続する噴砂口は大きく開口し、また今川トリム公園の連続する噴砂口も同様で、これらは接する幹線道路の影響を受け、構造的に弱い箇所にひずみが発生したものと考えられる。連続する噴砂口や亀裂は幹線道路と並行して約 30m 発生している。中央公園グラウンドの連続する噴砂口は、高さのある築山部を避けるように斜行し、隣接する築山の中腹へと伸び大亀裂となり、植栽地で消失していた。樹木根系による亀裂の抑制効果が確認できた。

第一期埋め立て地の C 地区では、舞浜公園に連続する噴砂口が認められた。この箇所の亀裂も幹線道路と並行し約 30m の位置で発生していた。亀裂の末端は、植栽地および築山下部であった。噴砂は、ダスト舗装箇所での発生が多く認められた。運動公園は第一期埋め立て地内の公園でもっとも噴砂が激しかったが、これは平板やダストなどの舗装面積が大きかったためと考えられる。

柔構造であり地盤液状化に順応的に対応する芝地、植栽地は、地盤液状化による変状、噴砂の影響は認められないか、軽微な状況であった。

#### (2) 第二期埋め立て地内の公園被害

第二期埋め立て地の D 地区では、日の出北公園、日の出お日さま公園の被害が大きく、日の出北公園では三番瀬の堤防と平行に大きな亀裂が発生していた。他の公園の亀裂の発生とは異なり、三番瀬に向かって発生した側方流動による堤防被災の影響と考えられる。この公園は盛土を実施しているため、大きな亀裂からの噴砂は認められなかった。これに対し、日の出お日さま公園は、三番瀬と直交し連続する方向に噴砂が発生し、また、その延長上の街区道路に沿って噴砂が発生し、道路、歩道に沈下が発生するなど、噴砂・液状化被害が著しいことから、地盤的な問題があったものと推定できる。しかしながら噴砂の発生は敷地境界、道路境界に集中しており、緑地・公園では築山の下部周辺や凹地などに認められるのみで、緑地としての機能は損なわれていなかった。

D 地区で特徴的なことは、墓地公園、総合公園など海に近い公園、最終埋め立て地にほとんど被災が認められないという点であり、プレローディングによる締め固めの効果、およびプレローディングに用いた土の残土を盛り立てたことによる覆土の効果と考えられる。

第二期埋め立て地の E 地区では、高洲太陽の丘公園の被害が大きい。公園入り口の舗装、芝地が噴砂により沈下している。高洲太陽の丘公園は、新旧二つの公園が合体され L 字型となっているが、被害が発生しているのは新しい公園部分である。古い公園部分は、植栽木が生長し根系を張り巡らせているためか、被害が発生していない。新しい公園部分は、第二期埋め立ての境に存在する幹線道路に隣接している。この幹線道路と公園の境に大きな亀裂が入り、激しく噴砂していた。幹線道路との距離は約 30m であった。高洲太陽の丘公園の歩道を中心とする噴砂による被災は、その影響と考えられ、幹線道路より 30m 以上離れた位置にある芝地・築山には被害は発生していない。高洲中央公園周辺の道路は波打ち、マンホールが飛び出るなど噴砂・地盤液状化被害が著しい。しかし、高洲中央公園は全体としては噴砂・地盤液状化の被害は少なく、噴砂・液状化被害を受けた道路と接する箇所に設置された震災用貯水槽が浮き上がり、マンホールが飛び出している状態である。最も海に近く新しい埋め立て地に造成された高洲海浜公園は、道路境の車止め周辺が壊れ、歩道からの噴砂が認められる程度であり、芝地の被害は発生していない。

以上により、第二期埋め立て地においても芝地、植栽地における噴砂・地盤液状化の被害は軽微であり、緑地・公園の減災効果が明らかとなった。



## 1.5.2 浦安市の公園全体での被災状況の考察

### (1) 第一期埋め立て地の被害状況の考察

第一期埋め立て地では、B地区の埋め立て年次が43年5月と最も古く、A地区がついで古く昭和46年5月、C地区は、昭和43年5月と昭和50年11月が混在し、第一期埋め立て地区の中では最も新しい。公園施設に限って言うならば、おおむね被害は少ないものと言える。

噴砂は、ダスト、グラウンドなど園地舗装、および園路などの構造物箇所に多く認められた。芝地・植栽地は少なく、ダスト・平板などによる舗装面積の大きい箇所、幹線道路の影響を受けるなど構造的にひずみが発生した箇所以外はほとんど認められなかった。例外としてA地区の噴水(噴砂)をあげることができるが、地下水位が高く、地震による地盤液状化の発生により間隙水圧が上昇し、極表層に近い被圧水が砂を含み噴き出したものと考えられ、芝生根系がフィルターとなったことにより、砂の吹き上げ量が僅かとなったものと推定できる。

連続する噴砂口および亀裂は、いずれも隣接する幹線道路と並行に走っており、幹線道路と公園の位置、幹線道路との間に緩衝帯を配置するなどの課題が示された。

### (2) 第二期埋め立て地の被害状況の考察

第二期埋め立て地では、D地区、E地区ともに昭和54年8月、昭和55年12月と同時期である。

公園施設の地震被害は、E地区では日の出3丁目から5丁目に集中している。日の出北公園は、大きな亀裂が発生していても噴砂被害が極軽微であることから、地震時の振動による側方流動による地盤災害が発生したものと考えられる。これに対し、日の出お日さま公園は敷地境界、街区道路境界で噴砂があり沈下が発生している。これらの箇所は構造的に脆弱であり、地盤液状化による噴砂が発生しやすい地盤状況であったものと考えられる。

高洲中央公園は、噴砂・地盤液状化により街区道路に隣接する災害用貯水タンクが被害を受けた。高洲太陽の丘公園は、噴砂および亀裂が認められたが、埋め立て地境界、およびそれに沿って走る路盤の強固な幹線道路に平行し発生していることから、基礎構造のしっかりしている箇所に接する脆弱な部分に歪みが発生し、その影響で大きな亀裂が発生したものと考えられる。これらは、道路被災の影響が公園にまで及んだものと見なすことができる。E地区も他地区同様、最も海に近い高洲海浜公園では被災はごく僅かであった。

以上の目視観察による公園施設の被害状況を考察すると、緑地・公園そのものは今回の大震災による被害は極軽微であり、噴砂・地盤液状化による災害は軽微であった。特に、植栽後長い時間が経過した箇所では、ほとんど被害を受けていなかった。これは、植栽地、芝地は、根系による地盤のクラックの発生を抑制するほどの緊縛力は発揮できないものの、地盤液状化により浅層の間隙水圧が上昇しても水を噴出させるのみで、砂の噴出を抑えるフィルター効果が発揮されたのではないかと考えられる。樹木の根系緊縛力は、噴砂を抑える効果を有するものと考えられる。

また、地震により亀裂が入るなど大きな被災を受けた箇所に共通して言えることは、幹線道路に近接する、埋め立て地の工区境などに位置していたということである。路盤基礎構造のしっかりしている幹線道路は地震による地盤液状化によっても破壊されることなく、幹線道路周辺の歩道など構造的に弱い部分にひずみが発生し、そこから噴砂し、地盤沈下が発生している。緑地・公園でも、地盤液状化の影響を受け、割れ目や著しい噴砂を発生させていた箇所があり、日の出お日さま公園、高洲中央公園、日の出北公園がそれである。これらは、街区道路に接している箇所から噴砂が発生しており、局所的に他の埋め立て地区と異なる弱い地盤の存在があったことによるものと考えられる。日の出北公園も、地盤の弱部があったことにより亀裂が発生したものと考えられる。

### (3) 目視による考察のまとめ

以上により、基本的に、緑地・公園で芝生や樹木が植栽された箇所では、地盤液状化による影響が軽微であったといえる。ただ、一部、噴砂・地盤液状化被害が発生している箇所が認められることから、地盤液状化により噴砂現象の発生しやすい地域での緑地・公園造成、補修にあたっては、次のことが考えられる。

- ① 日の出お日さま公園のように、地盤そのものが側方流動を発生させた箇所に対しては、地下深部に対する地盤改良の実施などが必要である。
- ② 中央公園、高洲太陽の丘公園などのように、幹線道路・埋め立て地境界に接する緑地・公園は、その影響範囲に園路・広場構造物を設けず、緩衝緑地とする。
- ③ 埋め立て地は全般的に地下水位が高いため、暗渠排水を行い、樹木・芝生地の根系発達を促し、根系緊縛力、および覆土効果を高める。

- ④ 緑地、公園回りの車道に連続する歩道の路盤を道路と一体のものとし、また、地下構造物の埋戻しにはグリ石を用い、地盤液状化による歩道被害の軽減化を図る。

今回の噴砂による地盤沈下は、路盤構造がしっかりした幹線道路では沈下しつつも破断することなく形を保っていた。また、基礎のしっかりした建築物も地盤災害を受けていなかった。問題は、その間にある歩道などの構造的な弱部がそのひずみを受け、噴砂の発生、マンホールの飛び出し、舗装の破壊など被害が多く発生していたことである。

このような現象を回避するためには、全面に土質改良を施し、地盤深部で液状化が発生しても噴き出さない処理を行なう、あるいは、サンドドレーンなどにより地下水の被圧による間隙水圧の上昇抑止を図ることが根本的な対策であろう。しかし、今回の大震災のように、想定外のことが起こりうるため、土木的な剛の対策と柔の対策との併用が必要と考えられる。すなわち、いくら土木的手法を用いて力づくで対応しても大型の地震が発生した場合は、構造的な弱部から発生する噴砂を止めるすべは無い。このため、噴砂が発生しても問題の無い箇所に計画的に弱部を設け、抑えつけられたエネルギーが弱部を突き破ることを許し、被害を軽減させるなどの方法も考慮する必要がある。守るべきところは土木的な手法でしっかり守りつつ、道路・構造物周辺に緩衝緑地帯を配置し、安全弁として作用させるという方法等である。

以上、目視による事実からの提言ではあるが、今後の緑地整備、新たな防災緑地・公園造りの一助になれば幸いである。



