

## 2011. 10. 13 シンポジウム資料

### 日本緑化工学会 都市緑化技術研究部会 シンポジウム

#### ～ 地震災害と緑：浦安の地盤液状化被害から何を学び明日に活かすのか ～

主催：日本緑化工学会 都市緑化技術研究部会

後援：(社)日本造園学会、(社)日本公園緑地協会、(財)都市緑化技術開発機構、(財)日本緑化センター、  
一般(財)日本造園修景協会、(社)ランドスケープコンサルタンツ協会、(社)日本造園建設業協会、一般(社)  
街路樹診断協会、一般(社)日本樹木医会

都市緑化技術研究部会では、東日本大震災の約1ヶ月後に千葉県浦安市の地盤液状化被害の現地に入り、公園、緑地、街路樹の被害状況や減災効果などを調査し、樹木の生育状況のモニタリングを行ってまいりました。その結果を現在報告書にまとめつつあります。今回のシンポジウムでは、それら調査の結果報告を行うと同時に、緑のインフラを明日の防災・減災にいかにか活かすことができるかという具体的な方法などについても話し合いたいと思っています。

(緑化・環境 CPD、造園 CPD 認定プログラム)

**日時**：2011年10月13日(木) 午後1時10分～4時30分

(受付開始は12時30分から)

**会場**：住宅金融支援機構「すまい・るホール」(東京都文京区後楽1-4-10)

**定員**：200名

**会費**：1,000円(税込)。日本緑化工学会の領収証を発行します。

プログラム	
12時30分	受付開始 「シンポジウム資料」配布
13時10分	開会
13時10分～13時15分	開会の挨拶 日本緑化工学会 都市緑化技術研究部会 部会長 木田 幸男
13時20分	第一部：現地調査の報告 開始
第一部	13時20分～13時45分 芝生地と樹林地の状況 中野緑化工技術研究所 中野 裕司
	13時45分～14時00分 街路樹の被害状況 一般(社)街路樹診断協会 大島 渡
	14時00分～14時15分 液状化と緑地 ジオグリーンテック(株) 長谷川 秀三
14時15分～14時30分	休憩
14時30分	第二部：パネルディスカッション「災害を見据えた緑のインフラ整備の要点」 開始
第二部	14時30分～16時15分 コーディネーター 明治大学農学部 教授 奥水 肇 パネラー 第一部の報告者3名 国土交通省 都市局 公園緑地・景観課 緑地環境推進室 室長 榎野 良明 浦安市 都市環境部 次長 永井 一彦 (有)テラパックス・テクニカ 川九 邦雄
	16時15分 (16時30分には終了)

## ■調査公園のリストと被害状況

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。そのうち下表に示す 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、斜字は、SH 型貫入試験のみ実施した公園、他は目視観察のみ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。

調査公園のリストと、埋め立て時期別に見た公園の被害状況(目視観察)

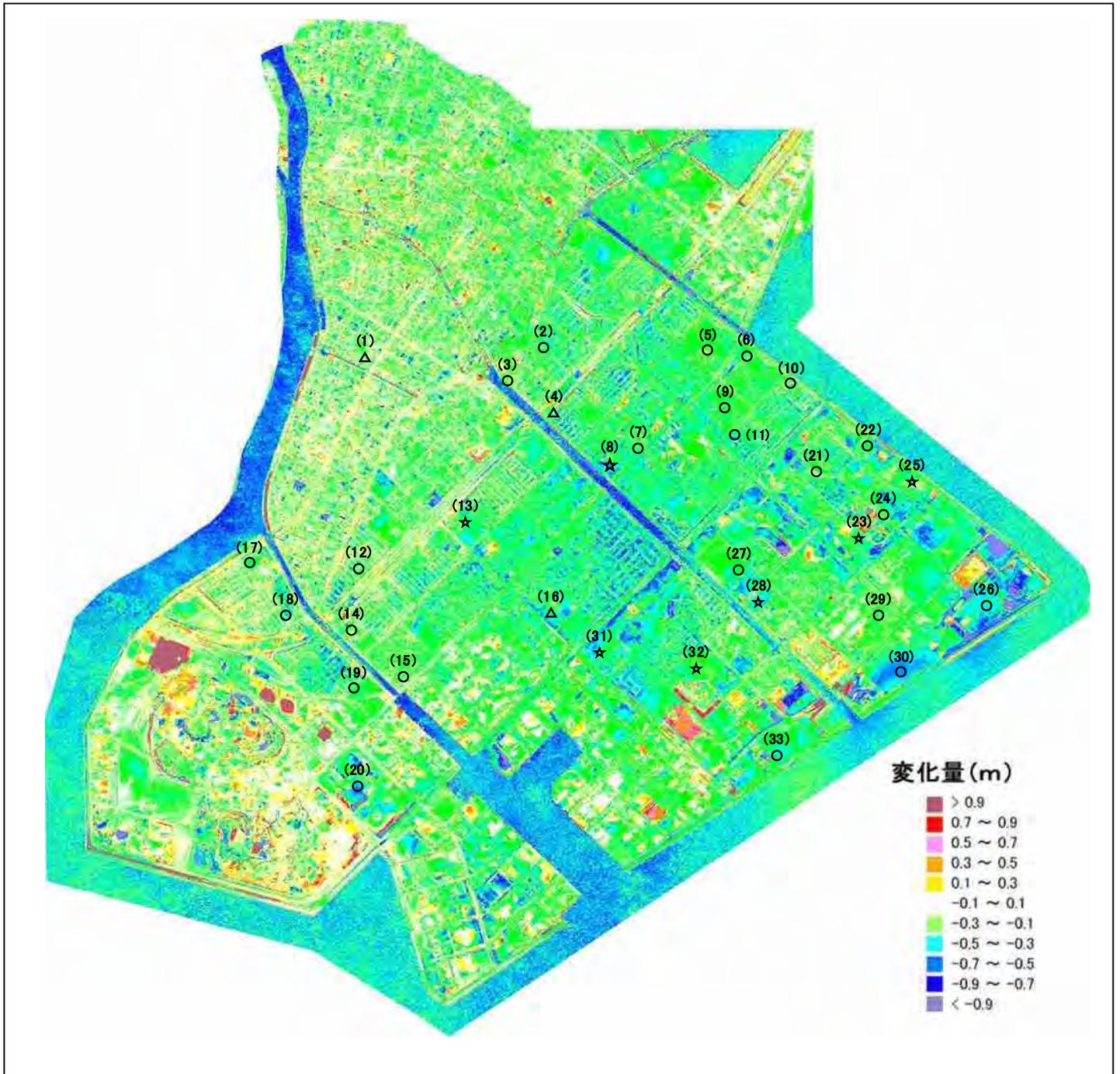
埋立 時期	公園名	町名	被災状況								
			地盤・割れ目		噴砂	園路		植栽地			
自然 地盤	(1) 南部記念公園 (清滝弁財天に隣接)	堀江 5 丁目	×		×		×		×		
第一期	A 地区	(2) 海楽南児童公園	海楽 1 丁目	×		△	歩道・芝生地	×		×	
		(3) 忠霊塔公園	猫実 1 丁目	×		×		×		×	
		(4) 美浜南第 1 児童公園	美浜 3 丁目	×		△	芝生地(水)	×		×	
		(5) 美浜公園	美浜 5 丁目	×		△	芝生地	△	蓋落ち	×	
		(6) 美浜運動公園	入船 5 丁目	×		○	グラウンド	×		×	
		(7) 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	×		×	
		第一期	B 地区	(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			×		×		×		×	
第一期	C 地区	(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	×		×		×		×	
第二期	D 地区	(20) 浦安市運動公園	舞浜 3 丁目	×		○		○		×	
		(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	×		×		×		×	
第二期	E 地区	(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) 太字は詳細調査実施公園。斜字は SH 型貫入試験のみ実施した公園

凡例 (被害状況): × なし、△ 僅か、○ あり、◎ 多い、● 甚大

→ 次ページ 各公園の位置図 (液状化による地盤沈下量を表示した地図上に表示)

調査公園の位置図（液状化による地盤沈下量を表示した地図上に表示）



# 「芝生地と樹林地の状況」報告要旨

中野緑化工技術研究所

中野 裕司

## 1 公園の被災状況

### 1.1 埋め立て地外

埋め立て地外に位置する(1)南部記念公園は、地震による芝地・樹林の被害は認められなかった。芝地、樹林ともに健全である。

### 1.2 第一期埋め立て地(海底浚渫物を用いた埋め立て地)

昭和46年、40年前に埋立てが完了したA地区は、噴砂・地盤液状化による芝地・樹林に対する被害は少ない。

地下水位の低い(4)美浜南第1街区公園では、芝地は全面に薄い噴砂が認められ、浅層地下水の噴出にともない僅かに噴砂したものと思われる。(8)若潮公園は築山の麓や景石周辺、土壌が還元状態となっており地下水位が高いものと考えられる樹林などで部分的に噴砂が認められたが、被害は軽微である。特筆すべきものとして、若潮公園と隣接する交通公園は、コンクリート舗装により覆われる公園であるが、コンクリート舗装の被災が目立った。

昭和43年、43年前に埋立が完了したB地区は全体としては芝地・樹林の被害は軽微であるが、(13)中央公園、(16)今川トリム公園には大亀裂が発生している。いずれの亀裂も幹線道路と平行し、中央公園では野球場を横断し、高い築山裾を回り込むように、今川トリム公園ではダスト舗装内に大亀裂が発生しており、地盤構造に由来するものと考えられる。

昭和43年～50年、43～36年前に埋立が完了したC地区では、芝地・樹林の被害は軽微であった。ただし、(20)浦安市運動公園は、平板舗装、ダスト舗装による広場面積が大きく、この広場や園路周辺に大量の噴砂が発生していた。

### 1.3 第二期埋め立て地(山砂による埋め立て地)

昭和53年、33年前に埋立が完了したD地区は、海に近い地区は被害が軽微である。プレロードを実施した箇所と言われている。プレロード残土を用い高い盛土を行い造成した(29)総合公園は被害の発生が認められない。

これに対し、第一期と海側に挟まれた地域では大亀裂の発生や噴砂被害が発生している。三番瀬を臨む(22)日の出北公園は、堤防が側方流動したものと考えられ、堤防に平行に大亀裂が発生している。厚い盛土構造のため、公園内に発生した亀裂からは噴砂は認められない。(23)日の出お日さま公園、(25)日の出第4街区公園隣接地には、三番瀬に直交する亀裂が発生し噴砂が大量に認められた。この二つは、ほぼ直線上に位置することから地下埋設物など地盤構造によるものと考えられる。日の出お日さま公園の一部では芝地内からの噴砂が認められ、噴砂後は沈下し、地盤は固く締め固められた状態となっていた。また、築山の裾などから斑点状の噴砂も認められた。

昭和54年～55年、32～33年前に埋立が完了したE地区は、D地区と同様であり、海側の(32)高洲海浜公園の被害は軽微であり、海側と第一期埋立地に挟まれた、(31)高洲中央公園、(32)高洲太陽の丘公園に被害が発生している。高洲中央公園は全体としては、被害は軽微であるが、公園境界付近の緊急用貯水槽が地盤液状化により浮上し、マンホールが飛び出していた。ここに隣接する道路は被災し、マンホールの浮上が著しい状態であった。高洲太陽の丘公園は、L字状の公園で、L字の縦棒にあたる箇所は第一期埋立地の堤防、幹線道路に平行しており、幹線道路と公園敷地に挟まれた空地には、道路と平行し複数の大亀裂と噴砂が発生していた。亀裂の一部は樹林に達し、樹林に接するアスファルト歩道は噴砂により陥没している。しかし、この歩道から数m離れた芝生では被害が発生していない。地盤構造による大亀裂と考えられる。これと直交する横棒箇所は、樹林が形成され、樹林地では噴砂・地盤液状化による被害は認められない。L字の交点の部分、入り口部は、噴砂が発生し、平板舗装、芝生地などが沈下し地盤は硬質な状態である。この箇所に植栽された樹木の樹形は、梢端枯れが顕著であり地下水位が高い状態にあったものと考えられ、浅層の地下水が噴砂となって現れたものと考えられる。

## 2 まとめ

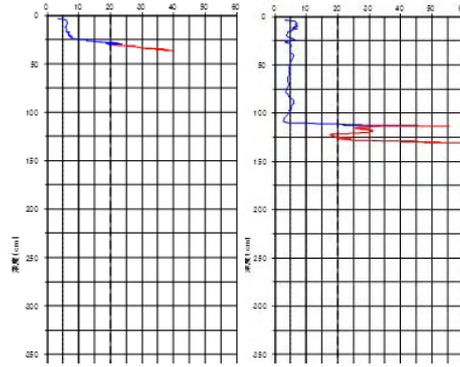
- ・公園においては、噴砂・地盤液状化による被害は軽微である。塩類濃度障害も軽微である。
- ・樹林地：根系が発達している樹林は、噴砂・地盤液状化の被害は発生していない。
- ・芝地：噴砂・地盤液状化による被害は軽微。築山裾や景石周辺に斑点状に噴砂が認められる程度である。
- ・噴砂発生箇所：芝地・樹林地とも、噴砂被害が発生した箇所は、地下水位の高いところと考えられる。
- ・ダスト舗装、平板舗装、あるいは縁石など、構造物箇所に大量の噴砂が発生している。
- ・大亀裂の発生：幹線道路、堤防、あるいは矢板など地下埋設物など、地盤構造の影響と考えられる。

1. 埋立地外(自然地盤)

(1)南部記念公園

芝地

樹林地 (SH型貫入試験)

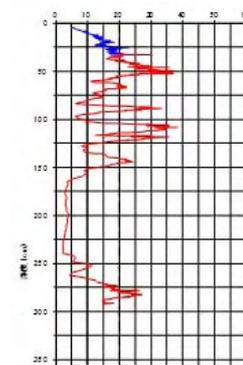


2. 第1期埋立地 A 地区

2.1. (4)美浜南第1児童公園

地下水位 30cm 程度

噴水芝地(SH型貫入試験)



2.2. (8)若潮公園

景石/サクラ・噴砂

土壌硬度

土層



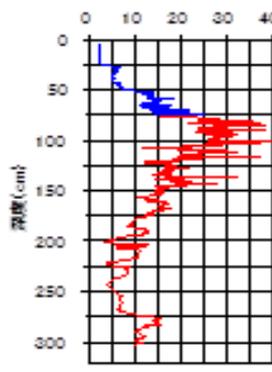
土柱図	深さ (cm)	層位	土性	土色
噴砂厚2cm	0			
赤色半黒土	0-10	I	壤土 L	半黒
山砂	10-50	II	砂壤土 SL	黄灰色
山砂	50-70	III	壤土 L ~ 埴壤土 CL	黄灰色

3. 第1期埋立地 B 地区

3.1. (13)中央公園

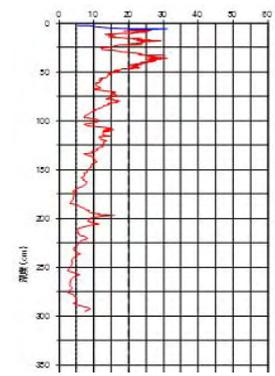
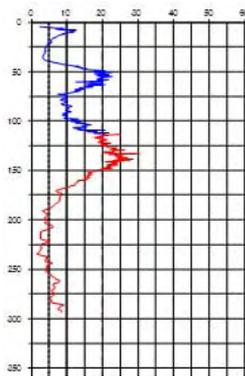
噴砂芝地(SH型貫入試験)

土層



土層	深 (cm)	土性	土色 (本定色)	水分状態	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/m)	その他
	-5mm	S	25N/1 灰白	乾	8.3	5	噴砂具検査済
	0-10	CL	10/F6/3 黒帯	半乾	7.6	6.0	根は20cmまで確認
	10-20						
	20-30	S	10/F6/4 に少し黄帯	半乾			ローム噴砂混入
	30-60				8.0	1.8	
	60-70	S	10/F6/2 灰帯	半湿			噴砂類はいるが灰黒が強い
	70+						70cm以降は砂層

3.2 (16)今川トリム公園 樹林地/ダスト舗装 樹林地 ダスト舗装(SH 貫入試験)



4. 第1期埋立地 C 地区

(20)浦安市運動公園 平板舗装 ダスト舗装 アスファルト遠路

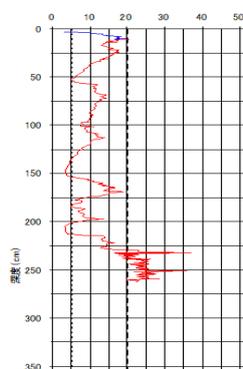


噴砂が薄散らばっている程度

地下水位 30cm 程

5. 第2期埋立地 D 地区

5.1.1. (23)日の出お日様公園 噴砂芝地 土層

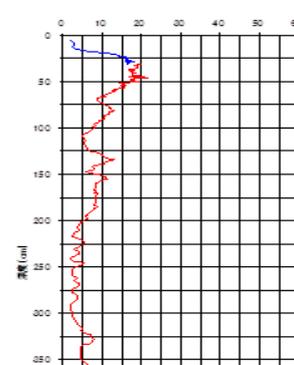
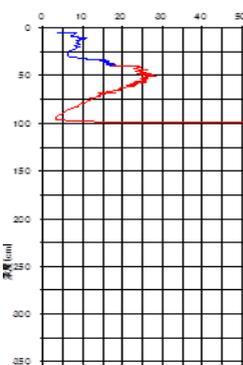


土柱深 (cm)	土性	土色 (本文注)	水分状況	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS/m	その他
+5m						
0	S	2.8Y7/1 灰白	乾	7.9	12.6	噴砂(貝殻含む)
10	L	10YR4/4 橙	乾	7.5	9.8	噴砂が入り込んでいる。
30+						噴砂+角礫混じり
50				8.6	10.4	
60	S	2.5Y6/2 灰黄	半乾			
70						
80				7.8	33.9	
90						
100						

5.1.2. (25)日の出第4街区公園

公園内

公園外噴砂地(SH 型貫入試験)

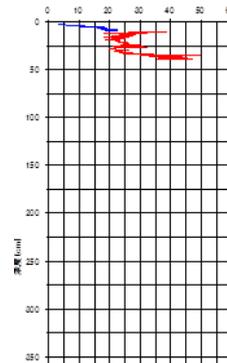
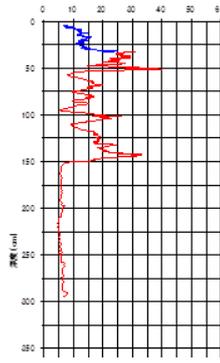


6. 第2期埋立地E地区

6.1. (30)高須太陽の丘公園

噴砂芝地

樹林(SH型貫入試験)



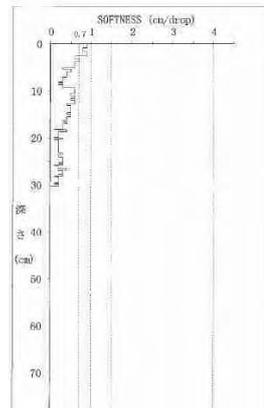
噴砂芝地

樹林地

6.2. (31)高須中央公園

土壌硬度

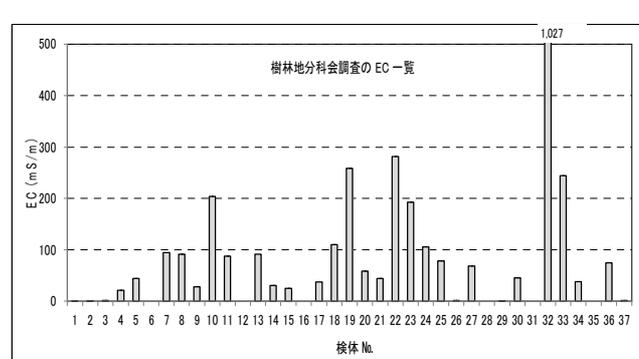
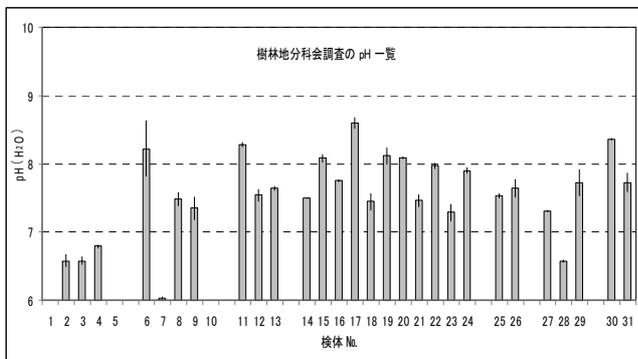
土層



土柱区	深さ (cm)	層位	土性	土色
山砂	0	I	砂壤土 SL	黄褐色
	10			
海底土砂	20	II	壤土 L	灰黄褐色
	30			
	40			
	50			
	60			
	70			

pH 一覧

EC 一覧



3 今後の課題：噴砂・地盤液状化による被害を受けにくい公園を造るには

地盤状況により大亀裂が発生するものと推定されるが、このような箇所に隣接する部分には樹林地などを造成し、緩衝緑地帯とすることが適当と考えられる。

樹木根が健全に生育している箇所には被害が認められないのみならず、亀裂の発達を抑制しているものと思われる箇所があった。これに対し、梢端枯れなど地下水位が高いと推定される箇所では、噴砂が発生している。以上により、健全に根系が発達できる土層整備、植栽基盤整備を行うことが、安全性を高める公園造成には必須と考えられる。

健全に根系発達可能な土壌(植栽基盤)とするためには、地下水位の低下を図り、通気性を良好にすることが重要であり、暗渠排水、酸素管の立込などの対策が考えられる。

公園において目立った被災は、平板舗装、ダスト舗装、コンクリート園路、縁石、側溝など広場や園路構造物であった。これらは、地盤を切り下げて基礎工事を行う、また、硬質・剛構造であるため、地盤液状化による揺れに追従できない、などにより、噴砂が発生したものと考えられる。地震災害に強い公園とするためには、できる限り剛構造物を用いず、芝地、樹林地の面積を大きくし、歩道は縁石・側溝などを設けず、弾性舗装、素堀側溝など柔構造による公園造りを目指すことが適当と考える。

(メモ)

**【お問い合わせ先】**

2011年 日本緑化工学会 都市緑化技術研究部会 シンポジウム事務局(東邦レオ(株)内)

〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-15-5 東邦レオ(株)

野島または加藤

電話：03-5907-5502

FAX：03-5907-5505

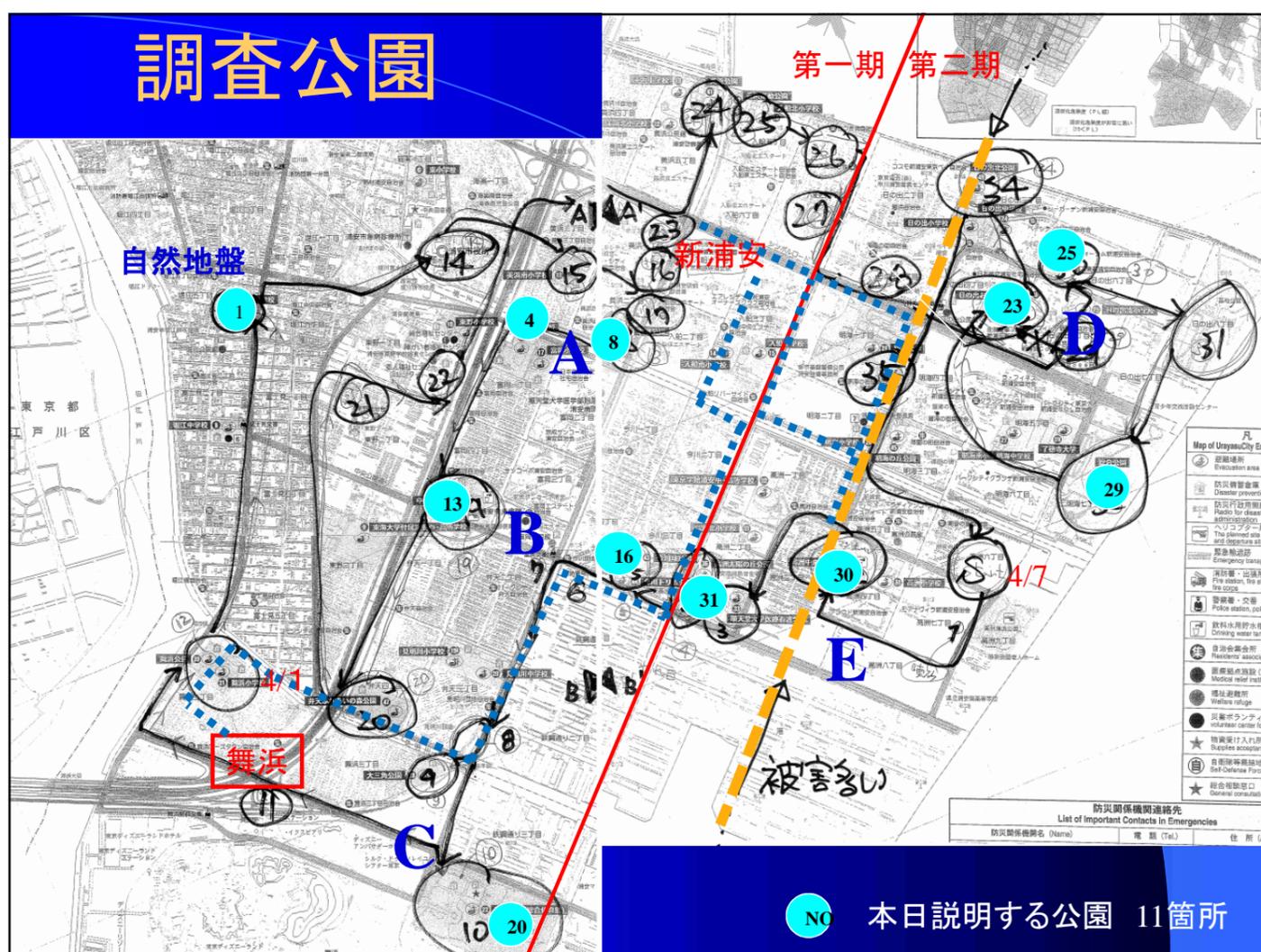
メール：[sympo@toho-leo.co.jp](mailto:sympo@toho-leo.co.jp)

日本緑化工学会  
都市緑化技術研究部会 シンポジウム  
～ 地震災害と緑：浦安の地盤液状化被害から  
何を学び明日に活かすのか～

## 芝生地と樹林地の状況

エコサイクル総合研究所/中野緑化工技術研究所  
中野裕司  
平成23年10月13日 13:20-13:45



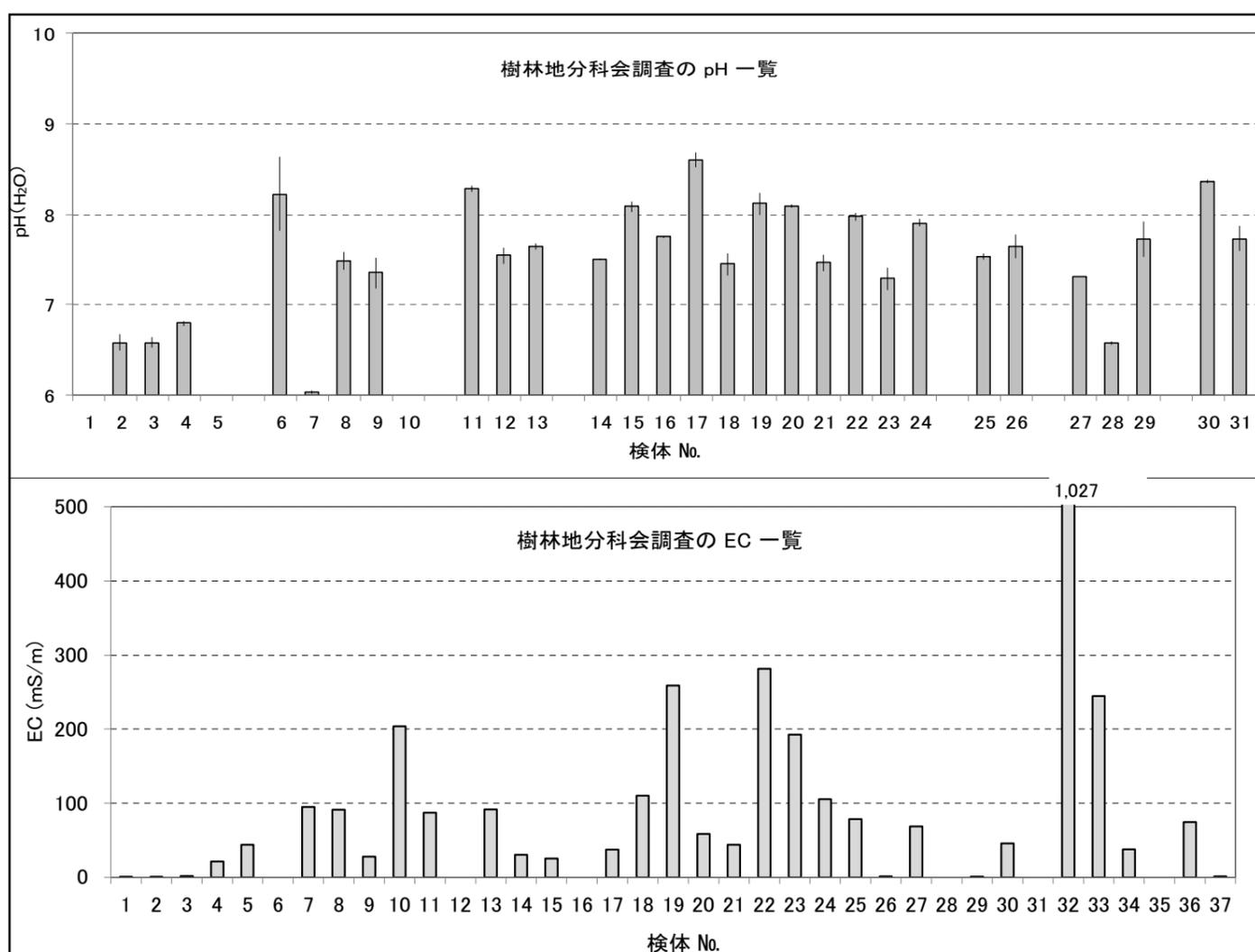


## まとめ

- 公園おける噴砂・地盤液状化は軽微であった。  
塩類濃度障害も軽微であった。
- 樹林地: 根系が発達している樹林地には、噴砂・地盤液状化による被害は発生していない。
- 芝地: 噴砂・地盤液状化による被害は軽微。  
築山裾、景石周辺に斑点状に認められる。
- 噴砂の激しい箇所: 樹林、芝地ともに、地下水位の  
高いところと考えられる。
- ダスト、平板舗装、縁石など、構造物箇所に著しい噴砂が認められる。
- 大亀裂の発生: 堤防、幹線道路、矢板などの地下構造物など地盤構造によるものと考えられる。

## 今後課題・さらに安全な公園にするためには

- 地下水位の高いと考えられる箇所に被害
  - ⇒ 暗渠排水、酸素管などを設置し根系発達を図る
  - ～ 健全な根系を発達させた芝地、樹勢の良い樹林地を形成することにより、地震災害に対しても安全となる。
- 平板舗装、ダスト舗装、コンクリート園路、縁石、側溝などコンクリート製の剛構造物が被災
  - ⇒ 芝地・樹林の面積を広く取り、歩道は縁石、側溝などコンクリート製品を用いず、弾性舗装・素堀側溝にするなど柔構造とする。



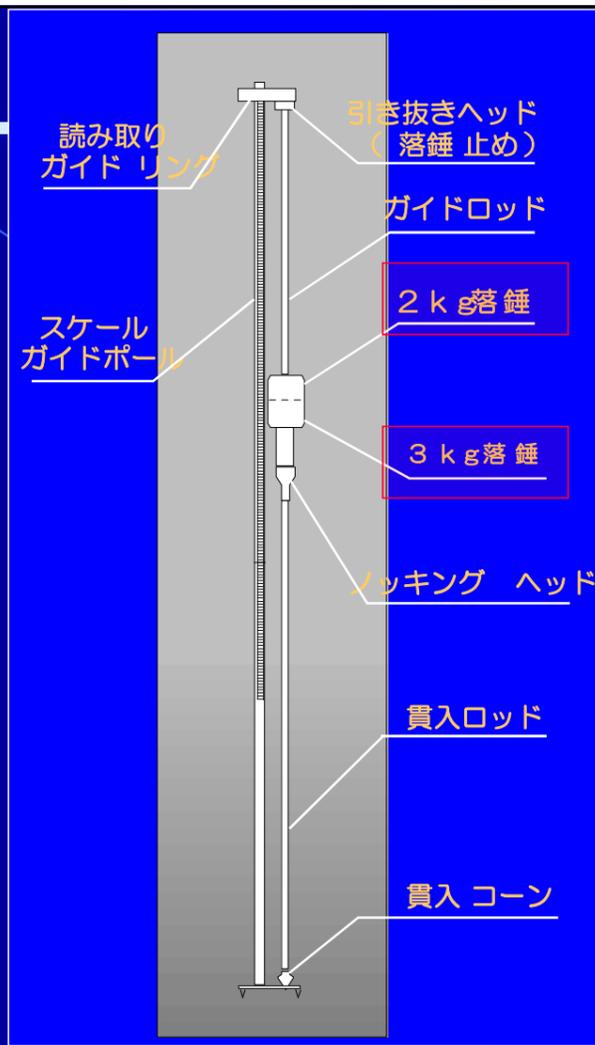
# SH型貫入試験機



3kg + 2kg 着脱式重錘

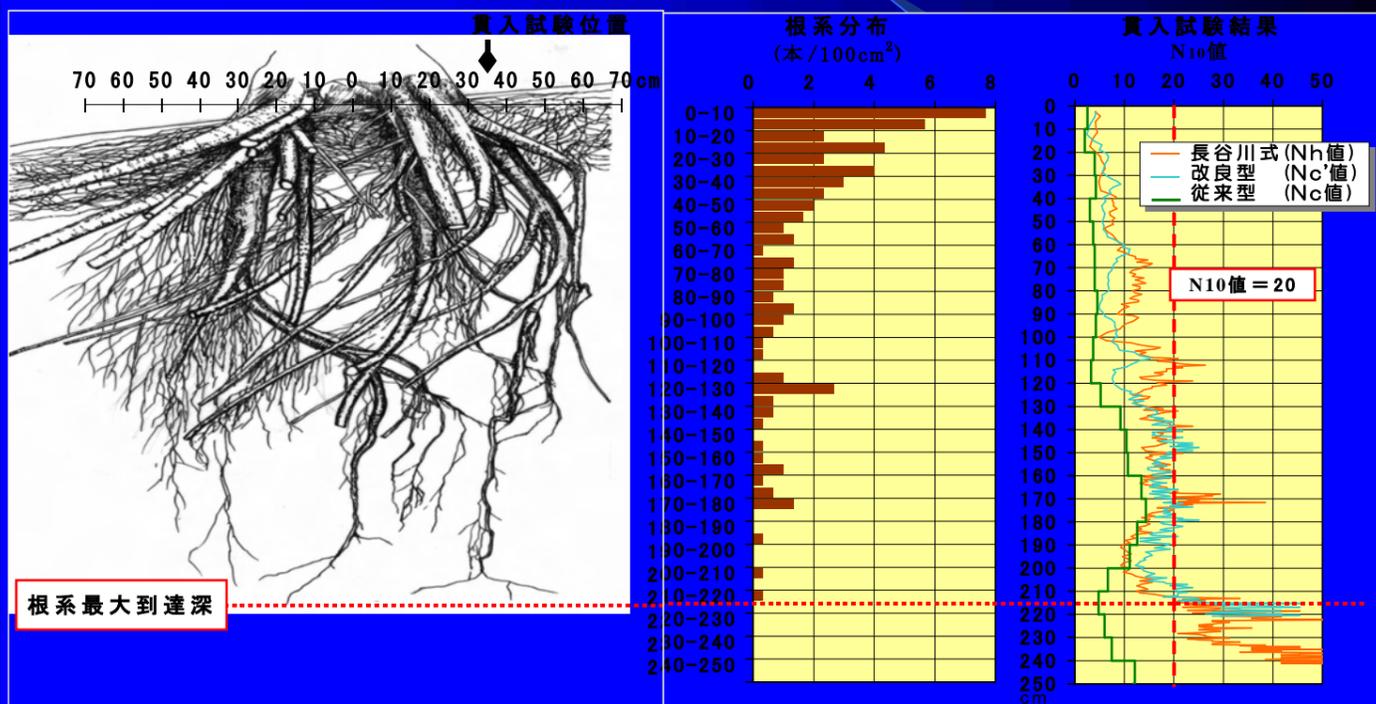
## SH型と従来型(土研式)の仕様

	SH型	従来型 (簡易貫入試験機)
先端コーン径	φ 25mm	φ 25mm
貫入ロッド径	φ 16mm	φ 16mm
重錘	3kg + 2kg (着脱式)	5kg
測定方法	一打撃毎の貫入量を測定	10cm貫入毎の打撃回数(Nc値)を測定



# SH型貫入試験機による根系発達深度の推定

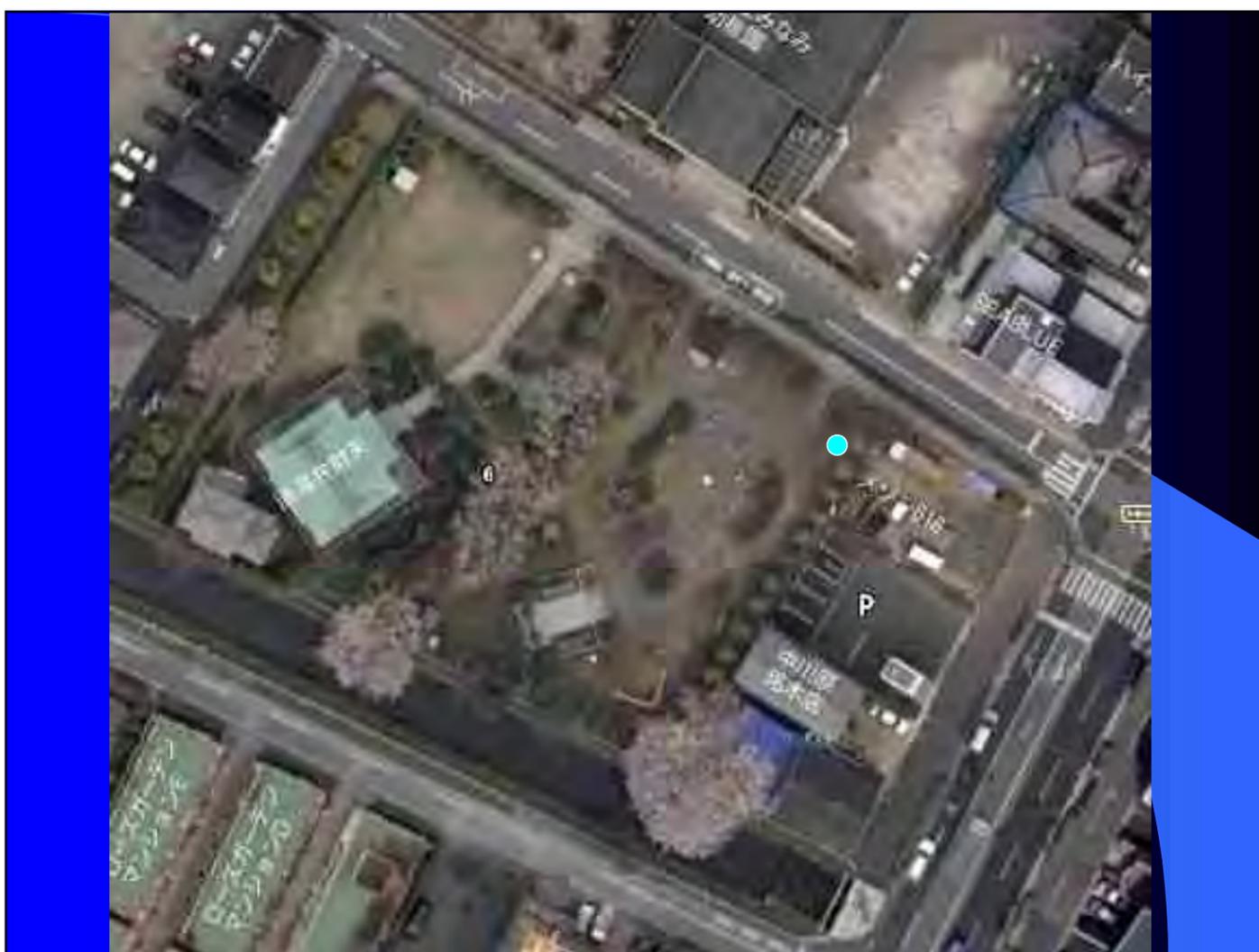
- SH型ではNc' 20を基準値として根系発達深度を推定可能
- 従来型のNc値では根系発達との関係が不明瞭



コナラ 関東ローム・厚木市

出典: 吉松ら(2002)を改編

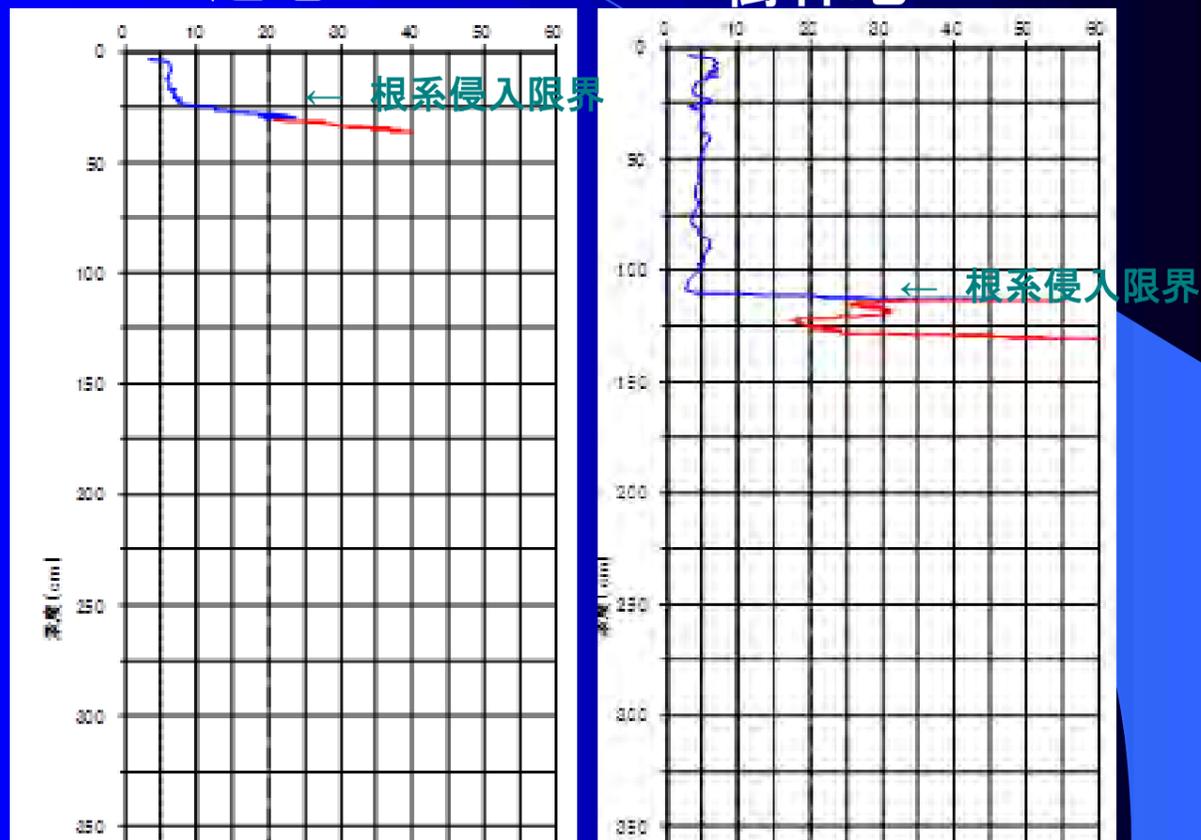
# 埋立地外：南部記念公園



# 南部記念公園・自然地盤のNd値

芝地

樹林地

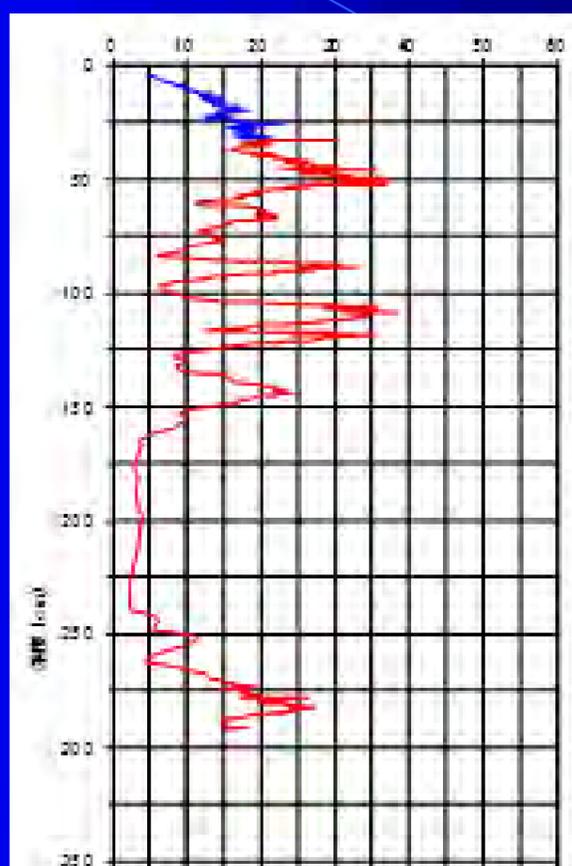


## 第1期A地区:美浜第1児童公園





## 美浜第1児童公園・噴水地のNd値 芝地

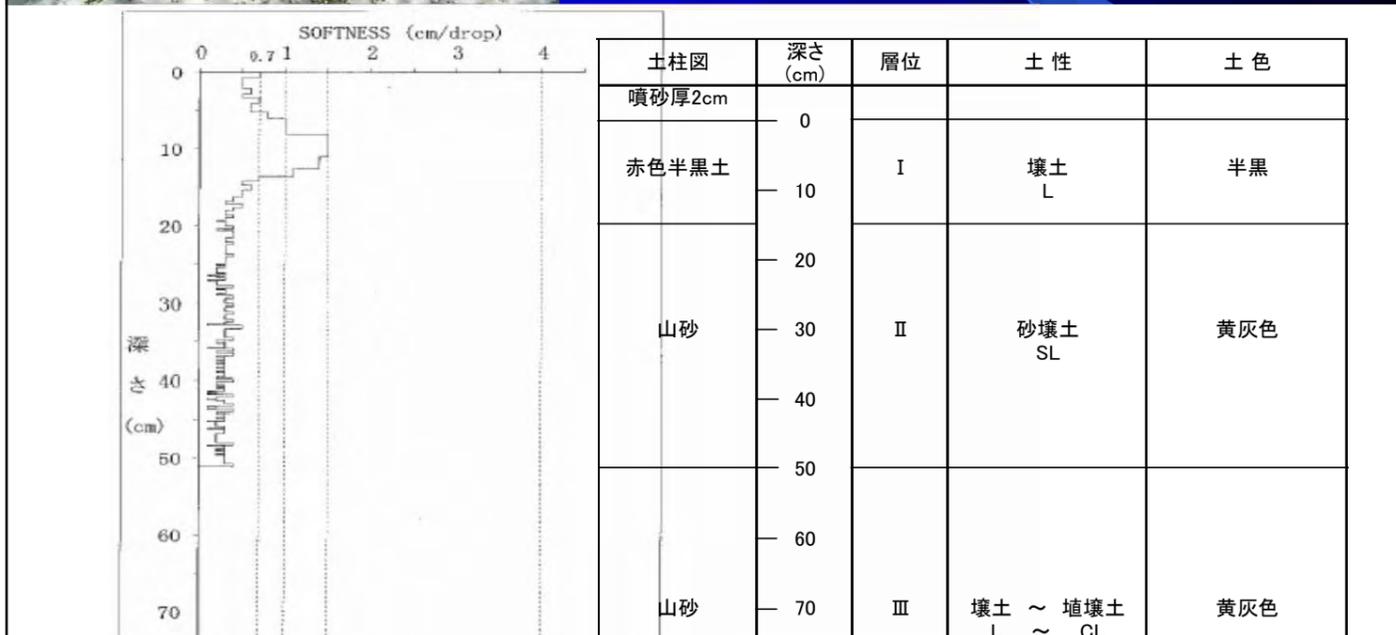


← 根系侵入限界

← 軟弱地盤

# 第1期A地区:若潮公園





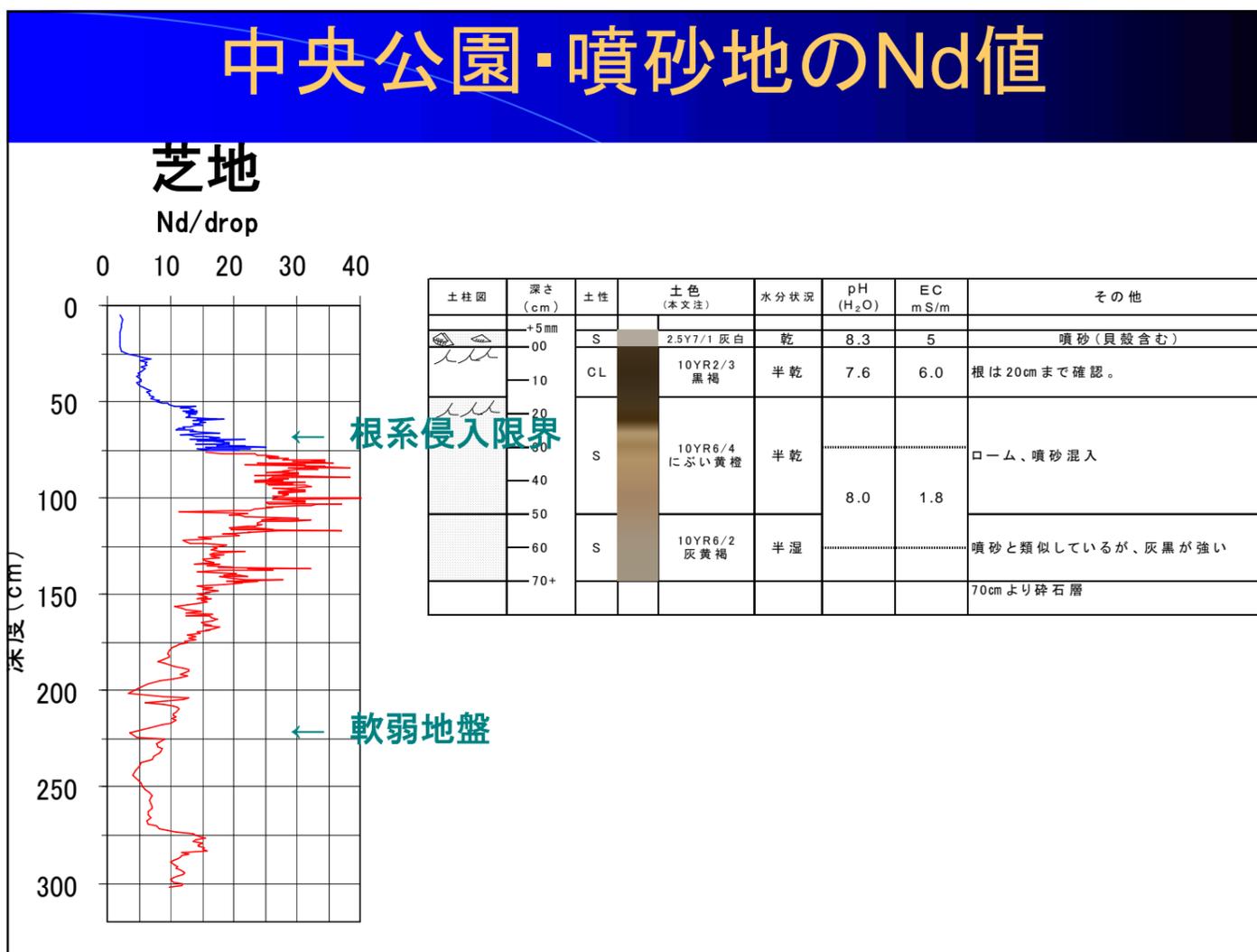


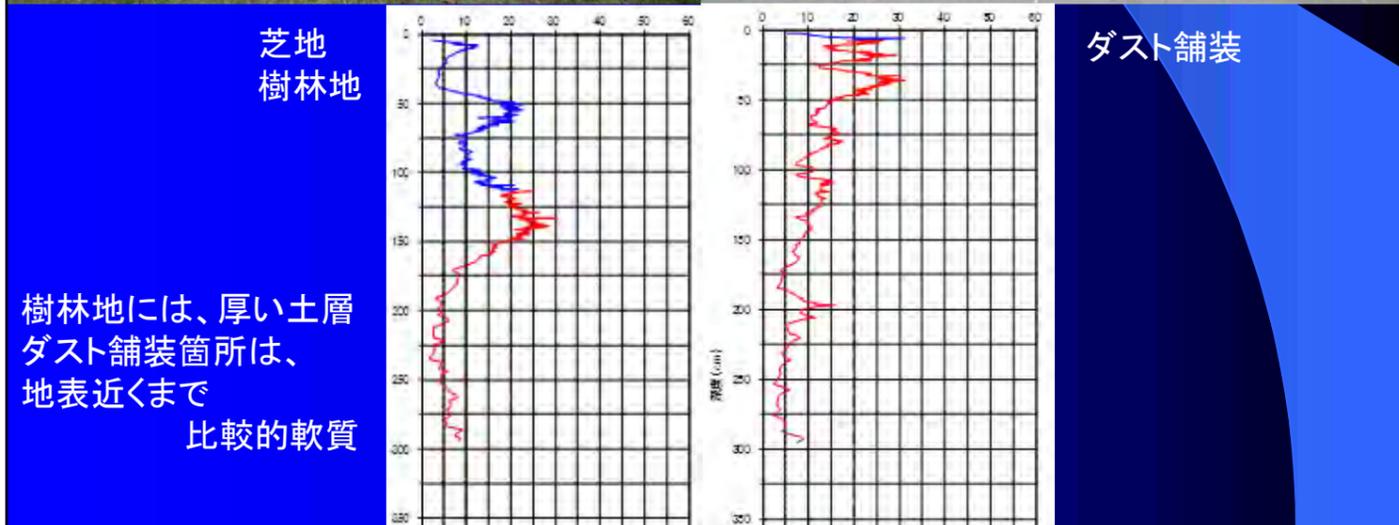
# 植栽地の亀裂

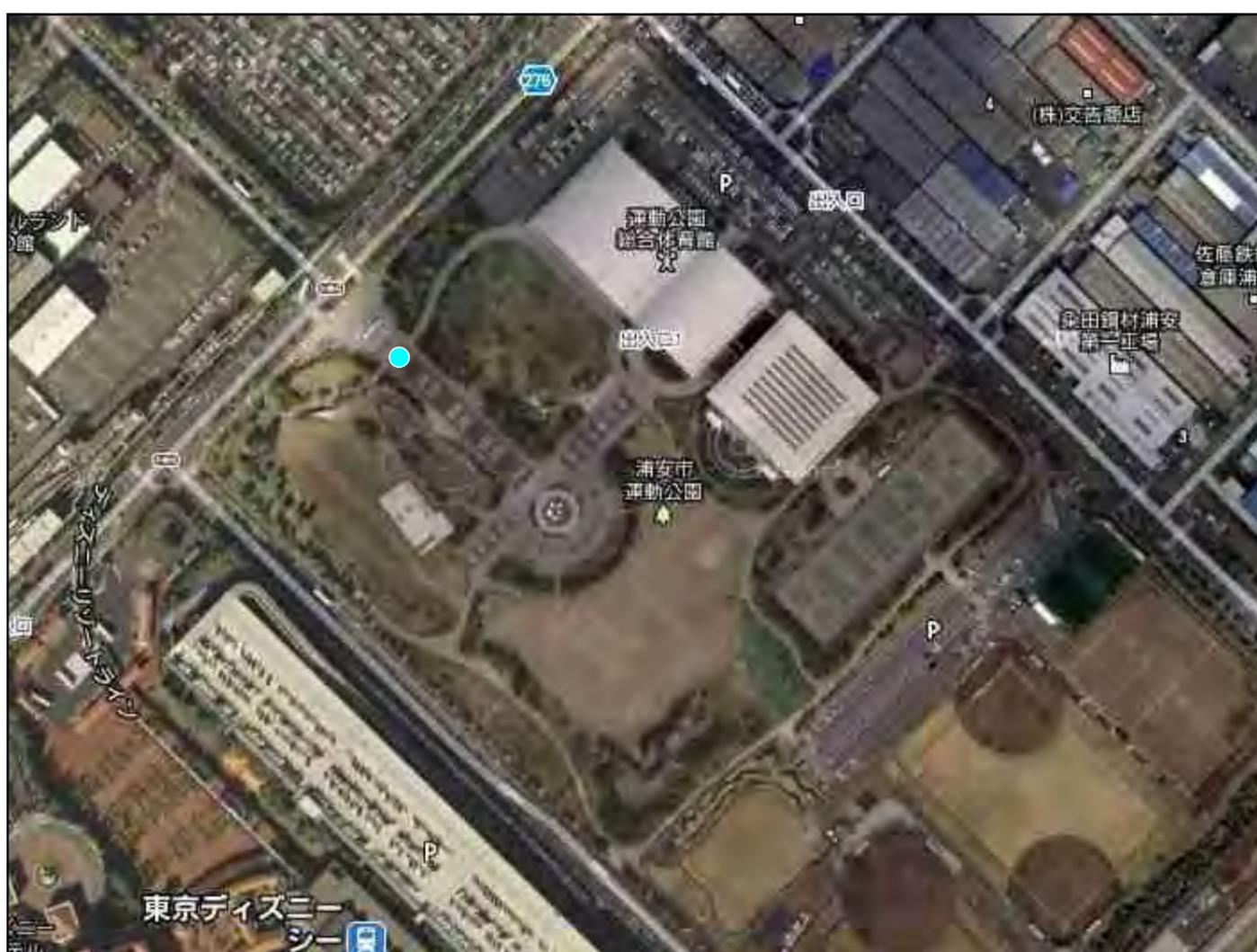


# 築山中段部芝地の亀裂





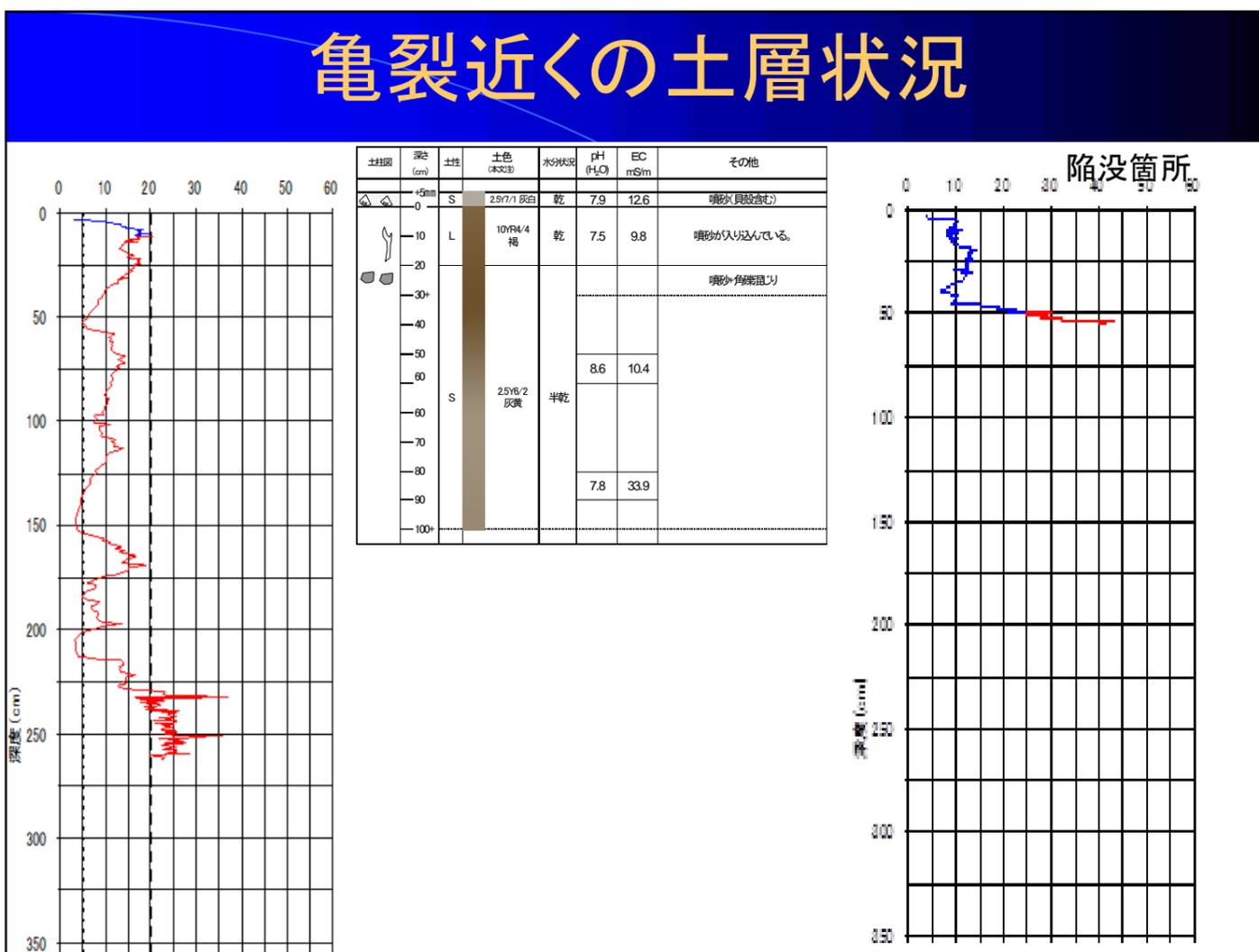
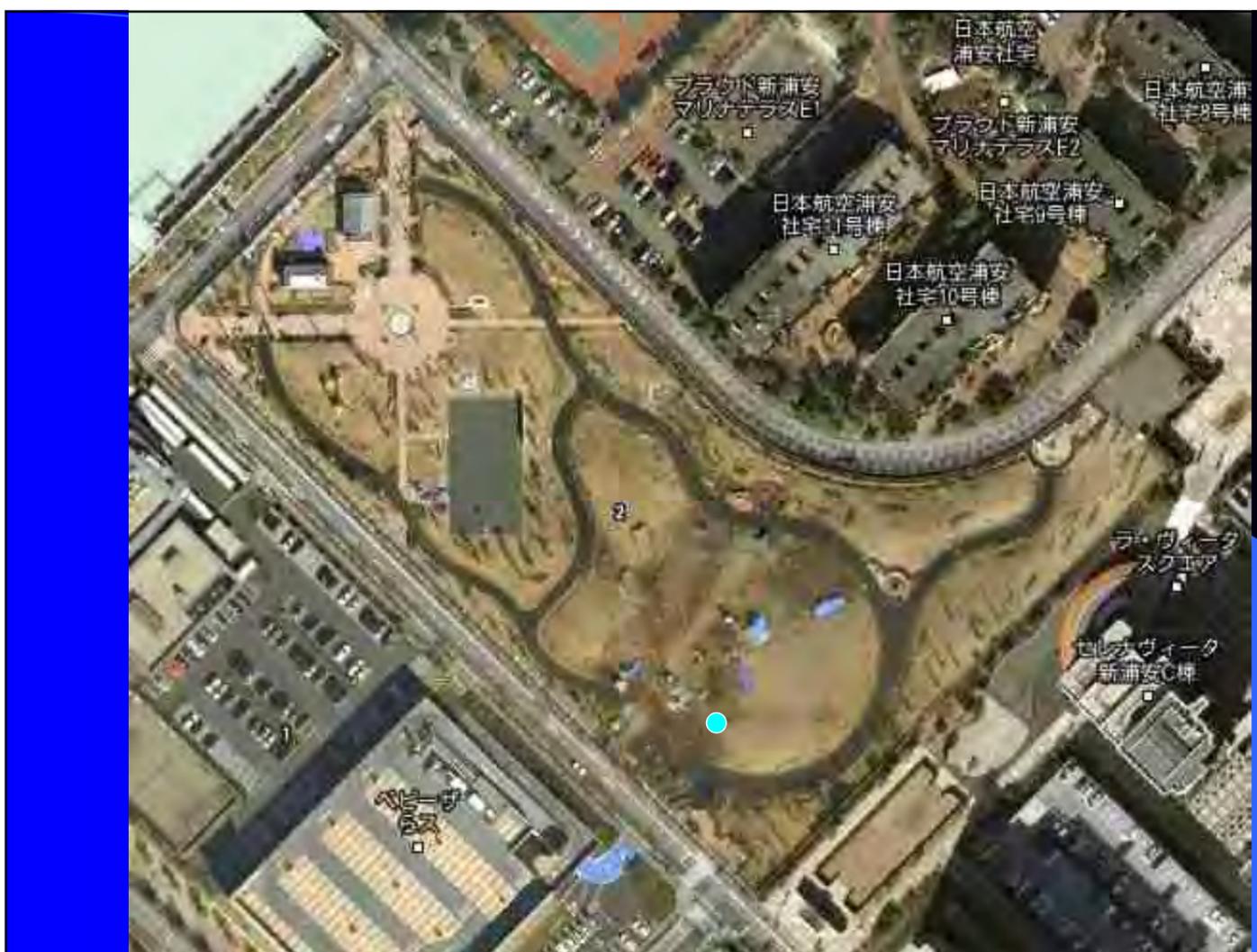




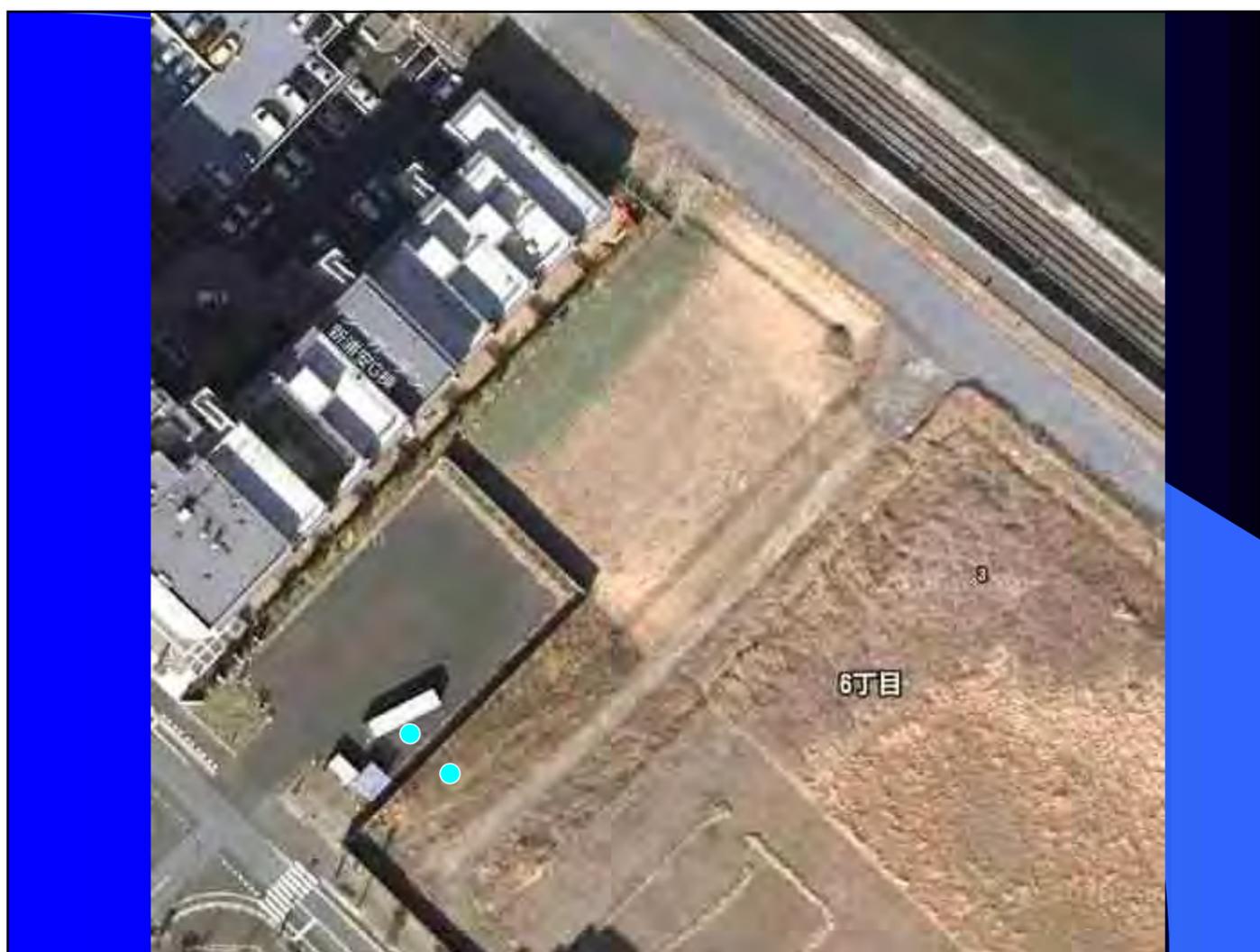


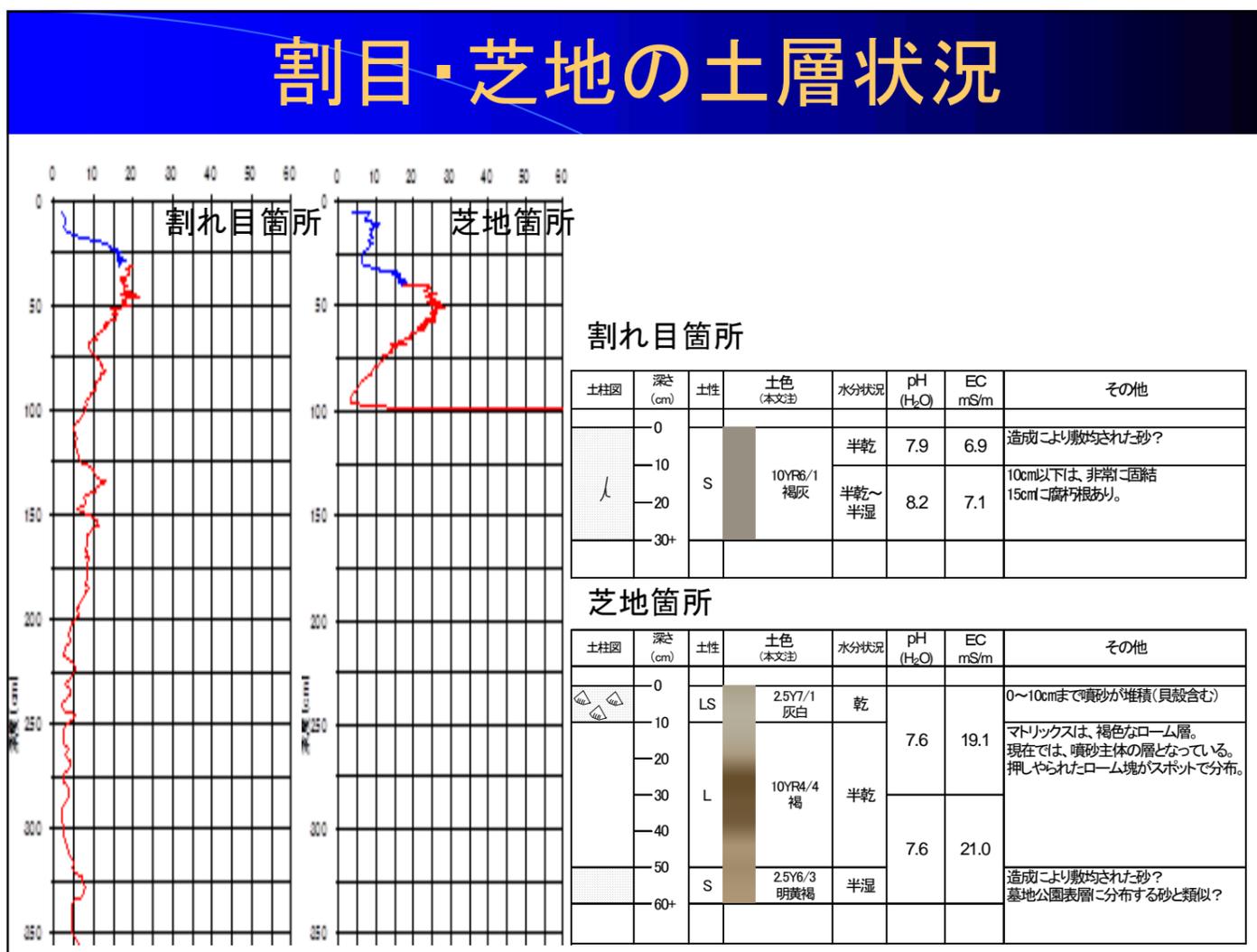
## 第2期埋D地区：日の出お日さま公園





# 第2期D地区:日の出第4街区公園





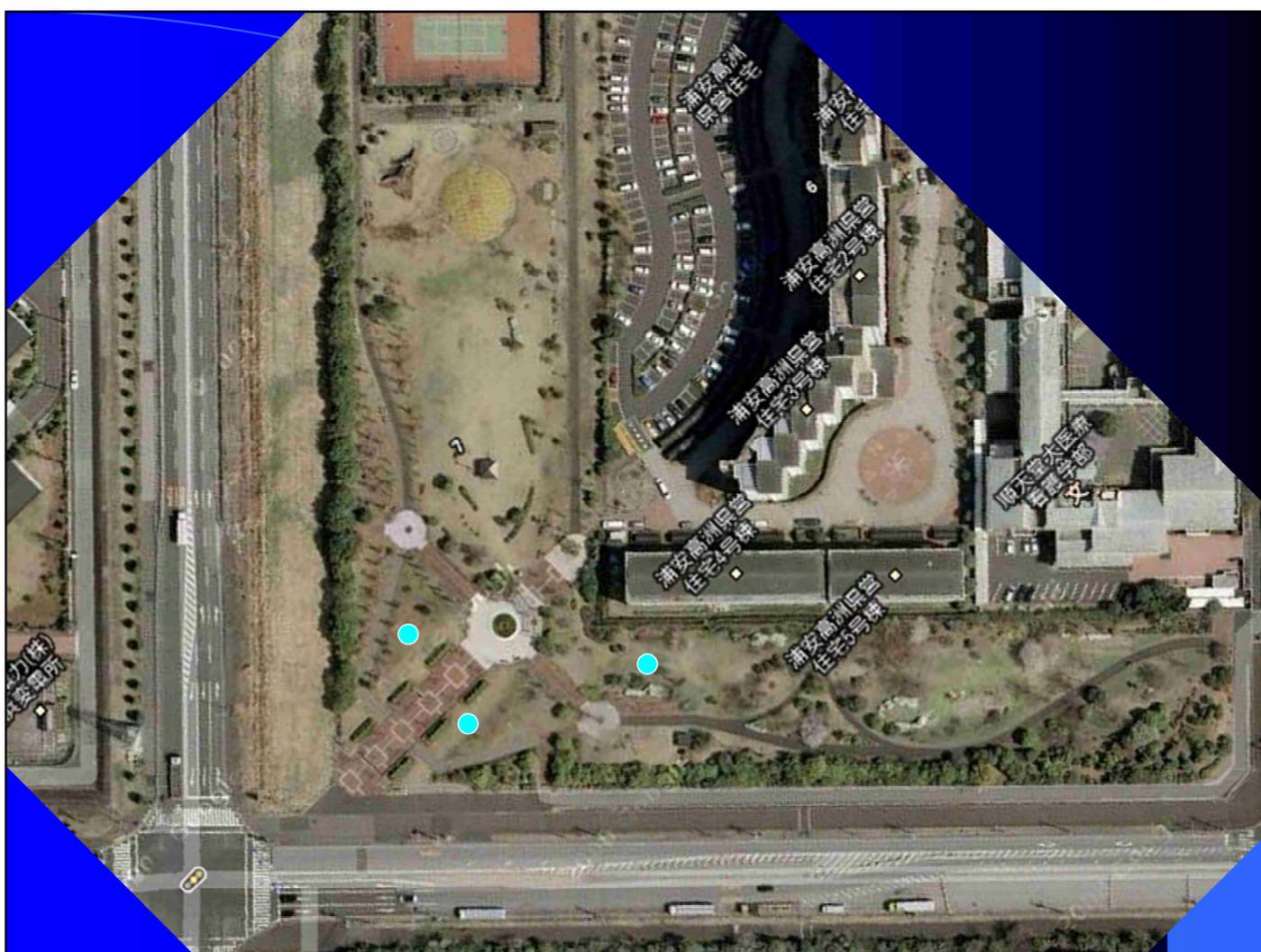
# 第2期E地区：高洲太陽の丘公園



古い公園  
被害は認められない



新しい公園  
噴砂し沈下している。



# 梢端枯れ・地下水位が高い

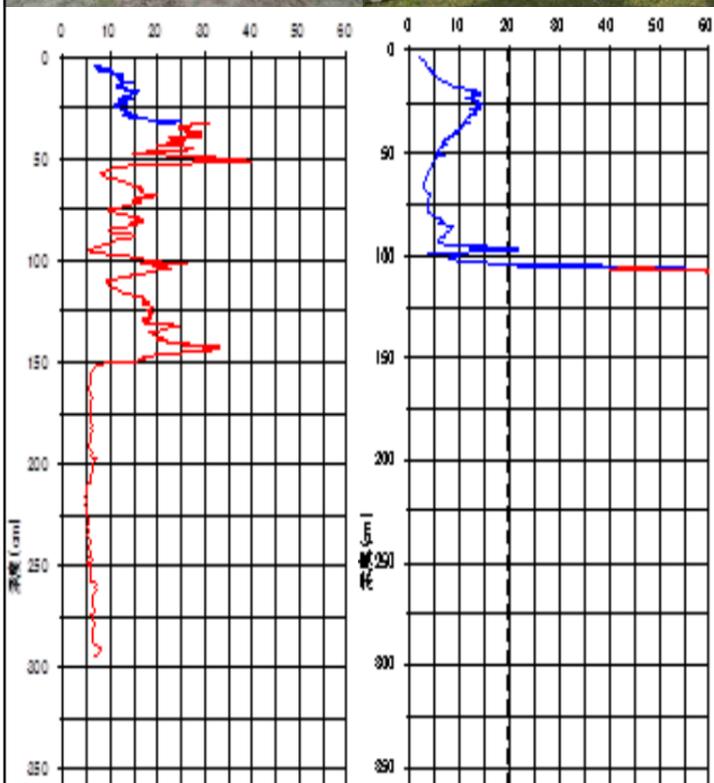


芝地箇所

噴砂箇所



## 噴砂・芝地の土層状況



噴砂箇所

土柱図	深さ (cm)	土性	土色 (本文注)	水分状況	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS/m	その他
	+5mm	S	2.5Y7/1 灰白	乾			噴砂(貝殻含む)
	0	S	10YR5/2 灰黄褐	半乾	7.3	27.5	
	10	S (粗)	2.5Y6/3 灰褐	半乾	6.7	34.2	根は20cmまで確認。ローム、噴砂混入
	20	S	10Y6/1 灰	半湿			噴砂の固結
	40+	S					

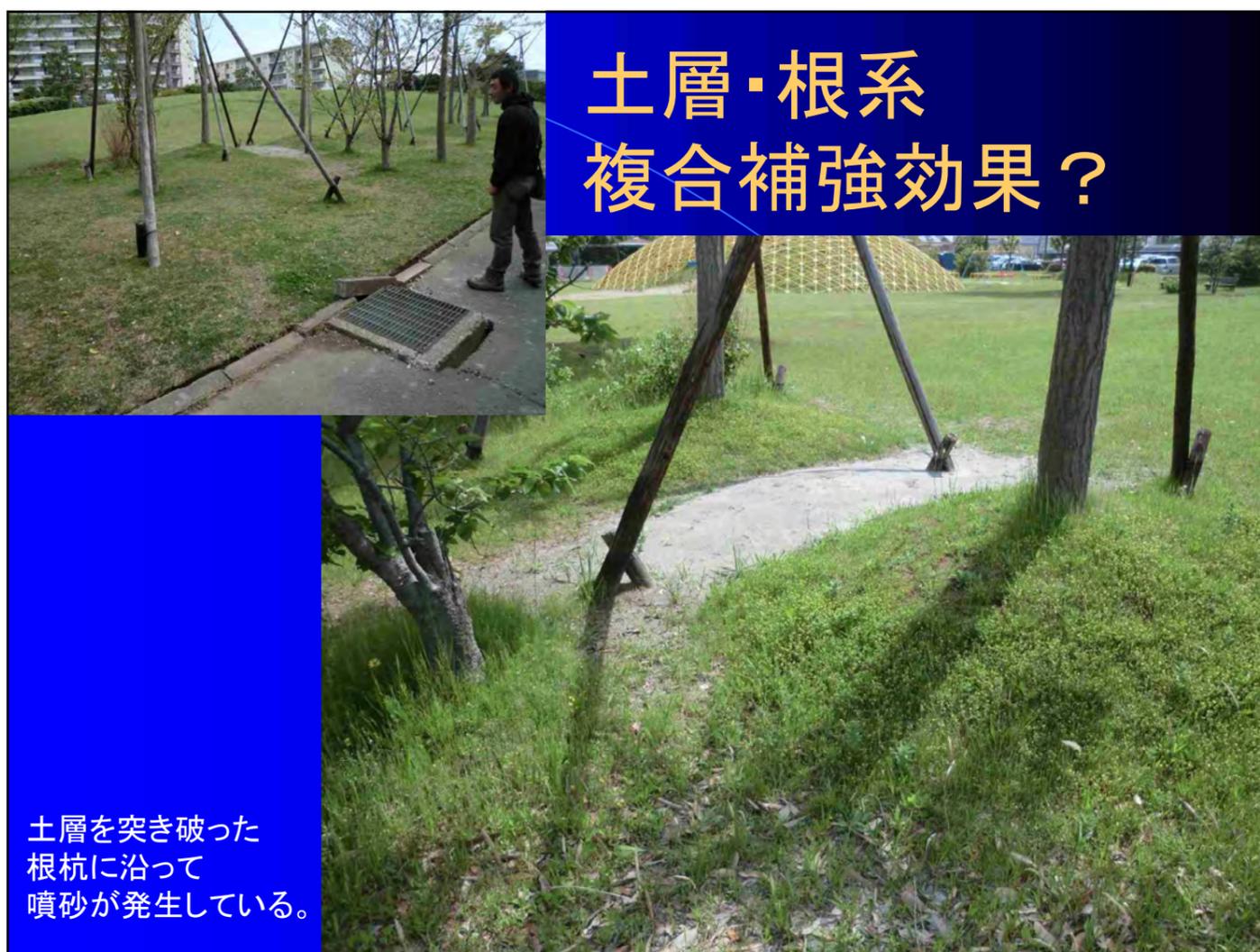
芝地箇所

土柱図	深さ (cm)	土性	土色 (本文注)	水分状況	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS/m	その他
	0	L	10YR3/3 暗褐	半乾	7.9	13.4	砂分多い
	10	S			8.1	7.3	根は20cmまで確認
	20	S			7.5	20.5	50cm付近に斑鉄、貝殻あり。
	30	S					70cm付近に斑鉄あり。
	40	S	10YR5/6 黄褐	半乾			
	50	S					
	60	S					
	70	S					
	80	S					
	90	S		湿に近い半湿	8.2	13.8	
	100+	S					

# 樹林地(古い公園部分)の土層状況





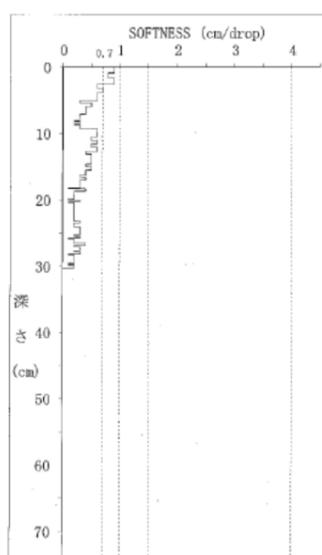


# 第2期E地区：高洲中央公園





## 芝噴砂地の土層状況



土柱図	深さ (cm)	層位	土性	土色
	0			
山砂	0 - 10	I	砂壤土 SL	黄褐色
海底土砂	10 - 50	II	壤土 L	灰黄褐色
	50 - 60			
	60 - 70			

