

神宮外苑地区第一種市街地再開発事業  
イチョウ並木西側南北根系調査業務（第2回）  
報告書

2024年2月

イビデングリーンテック株式会社

## 目 次

1. 調査の目的 .....	1
2. 調査の方法と結果 .....	4
1) 調査の方法 .....	4
(1) 根系断面調査 .....	4
(2) 太根の追い掘り調査 .....	4
2) 調査の結果 .....	5
(1) 樹木№6 .....	5
(2) 樹木№7・8間 .....	15
(3) 樹木№9 .....	18
(4) 樹木№32・33間 .....	23
(5) 樹木№34 .....	26
(6) 樹木№35 .....	32
(7) 樹木№37 .....	36
(8) 樹木№39 .....	39
(9) 樹木№41 .....	43
(10) 樹木№43 .....	46
(11) 樹木№44 .....	51
(12) 樹木№47 .....	54
3. 考察 .....	57
4. 対策の検討 .....	64

## 1. 調査の目的

### 1)調査全体の目的

4 列並ぶ神宮外苑イチヨウ並木のうち、最も西側に位置する並木の西側に、野球場の建築が計画されている。イチヨウ並木をはじめとする当該地の緑地は歴史ある貴重な緑として広く認められているため、イチヨウ並木やその他の緑地と建築物がよりよい形で共存する方策が求められている。

神宮外苑地区第一種市街地再開発事業によるイチヨウ並木への影響、現状を把握するため、活力度調査と根系調査を実施する計画とし、調査結果を踏まえて必要に応じて対策の検討を行うこととした。2023年以降の調査等の時系列は以下の通り。

	2023年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
根系調査(第1回)												
イチヨウの剪定												
イチヨウの年間調査					樹勢調査		樹勢調査			樹勢調査		対策検討

※イチヨウの剪定は他社施工

	2024年	
	1月	2月
根系調査(第2回)		
イチヨウの樹勢回復措置		
イチヨウの年間調査		

### 2)本調査の目的

一般に、建築工事の際は、建築物よりもさらに1~2m程度が作業のために必要となる可能性が高く、建築物の位置によっては、イチヨウの枝ばかりでなく根系の生育に対する影響が懸念される。そこで、当該地の緑地のなかでも特にイチヨウの根と根の生育する土壌の状態を把握するための第一回土壌断面・根系調査を2023年に行った。

2023年の調査結果から、イチヨウ並木の西側緑地内には太根が伸長していることが確認されたため、それらのイチヨウの根がどの範囲まで伸長しているかを確認するために、2024年はイチヨウ並木の西側に位置する、境界フェンス西側のテニスコート内及び室内コート・駐車場周辺の車道における根系調査を実施した。以下にその結果を報告する。

調査日：2024（令和6）年1月9～31日、2月2日

調査者： 中島優 イビデングリーンテック（株）

長井健太 //

齋藤嵩瑠 //

直木哲 直木技術事務所 樹木医・技術士

堀大才 元 財団法人日本緑化センター研究員

三戸久美子 樹木医

笠井維志 樹木医

吉岡賢人 樹木医

江川聡 樹木医

杉田弘 樹木医

竹内克己 樹木医



図1-1 調査位置図

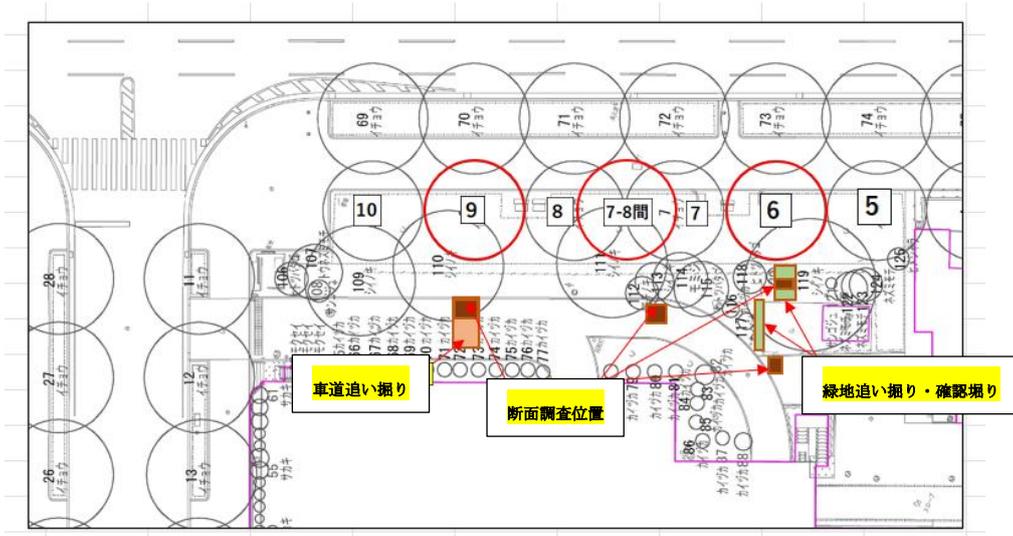


図1-2 調査位置図

#### ※調査地点数について

複数の樹木医へ調査本数のヒアリングを行い、立地条件や土壌条件、植栽時期がほぼ同じと考えられることから、10箇所程度の調査樹木をピックアップし同一間隔で調査を行うことで傾向が掴めることが推察された。また、第1回の根系調査より精度を上げるために調査の支障となり難い箇所をピックアップし、全12箇所の調査とした。調査に伴い少なからず根系への乾燥や切断等のダメージを考えると、イチョウの保全を前提とした調査としては全数調査ではなく、前述の箇所数での調査が望ましい。

#### ※調査位置について

イチョウ並木の緑地帯とテニスコートの境界部は概ね敷地境界から10.5mに位置する。当該位置を境に土壌環境が大きく異なるため、概ね10.5mラインで根系調査断面を設定し、根系の状況を把握する。

## 2. 調査の方法と結果

### 1) 調査の方法

#### (1) 根系断面調査

イチョウ並木西側のテニスコートに伸長するイチョウの根の有無を確認した。出現した場合は、その太さと地表からの深さ、本数、細根量を明らかにするために、観察断面に10 cm間隔に区切られたメッシュをあてて観察した。

根や埋設物により断面にメッシュをあてるのが困難な場所では、釘を10cm間隔に打ちこんで水糸で10cm間隔に区切り、各セル内に出現した樹木の根を観察し記録した。

なお、テニスコートとの境界フェンス沿いにはカイヅカイブキの生け垣があり、その他にもクロマツ、アカマツ、ソメイヨシノ等の高木が近接し、室内コート車道沿いではモチノキやスダジイ、ツバキ、キンモクセイなどが立っているため、それらの木の根も観察断面には出現したが、イチョウの根のみを観察対象とした。



#### (2) 太根の追い掘り調査

根系断面調査により直径20mm以上の太い根が出現した木の根の伸長範囲を明らかにするために、出現した太根のうち最も太い根を選び、基部側から先端に向かって根の周囲の土壌を掘り取りながら根を追って行き、根の末端部の生育している位置までの距離と表層からの深さ、根の直径を測定した。

## 2) 調査の結果

根量調査の結果を表 1—1～13、図 2—1～13 に示す。

### (1) 樹木No.6

#### ①根系断面調査（柵の西側緑地内、縁石離隔 8.20m）

	
緑地東端の柵に近い位置に断面を設定	根系調査の観察断面
	
コンクリート製構造物に沿って伸びる太根	既存コンクリート構造物の出現

表 1-1 根量分布表

										2024 年 1 月 10 日	
根量分布調査 樹木No. 6		調査位置:		緑地内断面、緑石離隔8.20m							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5×1	5×1、3×1	4×1	4×1	7×1						
	2×1	2×1、1×1	2×1、1×1	2×1、1×1	2×2		7×1	2×1		8×1	
	(2)	(4)	(1)	(3)	(3)	(3)	(2)	(2)	(2)	(1)	
2		3×1				3×1					
		2×1、1×1	1×2		4×1	1×1	1×2			2×1	
	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	(2)	(4)	(2)	(3)	(2)	
3			4×1、3×1	4×1	30×1			10×1	4×1	2×1	
	1×1		2×1、1×1	1×1	3×1	2×1		1×1	1×2	1×1	
	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	
4		7×1			3×1			9×1、6×1	2×1		
		2×1			1×2			3×1、1×1	1×2		
	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	
5			2×1		1×2	3×1					
	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	2×1					
						(3)	(1)	(1)	(1)	(1)	
6						3×1			2×1	2×1	
	(1)	(2)	(1)	(1)	(1)	(-)	(1)	(1)	(1)	(1)	
7		2×1	26×1	3×1				2×1		14×1	
	2×1	1×1	2×1	2×2	1×1			1×2		2×1	
	(2)	(1)	(2)	(3)	(2)			(1)	(1)	(2)	
8	19×1	2×1									
	4×1	1×1	3×1	4×1				3×1			
	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)			(-)	(1)	(2)	
9				2×2					5×1		
				1×1	8×1			(-)			
	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)				(1)	(2)	
10								(-)			
	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)				(1)	(1)	

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり、2:少ない、3:普通にある、4:多い、5:極めて多い



枠外：  
φ 64.8 mm  
(深さ 70 cm)

枠外：  
φ 84.7 mm  
(深さ 1.1m)

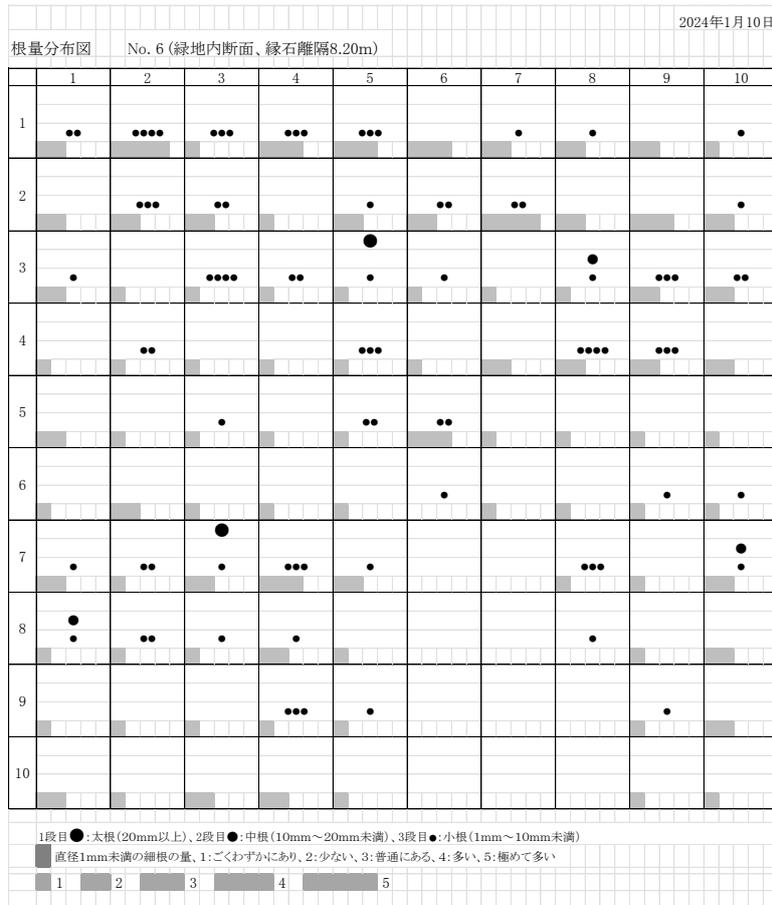


図 2-1 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：φ10mmを超える根は少なかったが、1mm以上の根と細根は全体に見られた。

最も太い根の直径と出現深さ：φ30mm、深さ30cm

※断面外に、φ84.7mm（深さ1.1m）と64.8mm（深さ70cm）の太根が見られた。

直径20mm以上の根の本数：2本

比較的根の多く見られた深さ：地表から40cmまでと、  
 コンクリート性構造物の埋設された70cm以下。

最も深い根の見られた深さ：1m（1mm未満の細根。1mm以上の根は90cm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：多量の瓦礫とコンクリート構造物、配管の埋設された風化火山灰、  
 少なくとも深さ1mまでは人為的な攪乱を受けている。

夾雑物：角礫、円礫、コンクリートガラ（φ30cm程度）

締め固め：大型の夾雑物、埋設物の周囲は、それほど強くない。

②追い掘り調査（緑地内（東側）柵に近い位置、縁石離隔 7.5m~10.05m）

	
<p>追い掘り調査位置</p>	<p>下方に潜る太根</p>
	
<p>追い掘りの状況</p>	<p>コンクリート製構造物の下に潜る太根</p>

### 【根の状況】

追い掘り実施理由：根系断面の枠外であったが、近くにφ84.7mm他太根が出現したため。

追い掘り対象とした根の直径と出現深さ：φ84.7mm（深さ1.1m）、64.8mm（深さ70cm）

追い掘り対象とした根の伸長距離：縁石離隔10mの位置で、太さがほぼ変化しないまま円形コンクリートの下に潜り込む。その先は不明。

追い掘りした深さ：1.1mまで

根の状態：上下、南北方向に進路を変えながら伸長し、最終的にコンクリート構造物の下に潜り込む。太根の途中から分岐する側根の数はそれほど多くないが、細根量は少なくなく、太根の活力も高い。

### 【土壌の状況】

土壌の状態：多量の石礫混じりの淡色黒ボクと赤土の混合。

混入夾雑物：直径約30cmのコンクリートガラ他石礫多数。コンクリートスラブ、金属製配管、塩ビ管の埋設あり。

東側の根の周囲は夾雑物が比較的少なめの良質土だが、埋設物の周囲は石礫に富む。

③追い掘り調査（緑地内車道寄りの位置、範囲：縁石離隔 10.05~15.00m）

	
<p>追い掘り調査位置</p>	<p>掘削範囲を東側から見た状況</p>
	
<p>埋設されていた独立基礎</p>	<p>車道側は多種の人工物が埋設</p>

### 【根の状況】

追い掘り実施理由：コンクリート構造物の下に潜り込んだ太根の進行方向を確認するため。

追い掘り対象とした根の直径と出現深さ：φ84.7mm（深さ1.1m）

追い掘り対象とした根の伸長距離：掘削距離は4.95m。深さ1.1m。

コンクリート構造物の下に潜る太根は、掘削位置には出現せず。

追い掘りした深さ：1.1mまで。

根の状態：太根は見られなかったが、赤土層には細根が多く、隙間に発達するマット状の根が見られた。締め固めのかなり強い円礫層には、根は伸長していなかった。コンクリートスラブの下部には細根が多く見られた。

### 【土壌の状況】

土壌の状態：表層はさらさらした黒ボク土、コンクリートスラブの基礎がなくなる約80cm以下は赤土。車道側は、黒ボク土と石礫混じりの赤土、人為的攪乱が強い。他の木の根も多く、土壌の乾燥は強い。

混入夾雑物：コンクリートスラブ（厚み20cm）、スラブの基礎と思われるコンクリート構造物（大小の円礫）。車道側では標識用と思われるコンクリート造の独立基礎。30cm以下にφ約20mmの被覆なしの電線。鉄筋。

④No.6 断面調査（車道上断面、縁石離隔 15.28m）

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>アスファルト舗装の下の層の状況</p>	<p>黒色の紙製管（軟らかい素材で剥がれる）</p>

表 1-2 根量分布表

										2024 年 1 月 23 日
根量分布調査 樹木No. 6		調査位置: 車道上断面、縁石離隔15.28m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	(2)	-	6×1 (1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(1)	(2)	(2)
3	-	-	-	(1)	-	(2)	(2)	-	-	-
4	-	-	(1)	-	-	-	-	-	-	-
5	(1)	-	(1)	-	-	(1)	-	(1)	-	(2)
6	(1)	(2)	(1)	-	(1)	1×1 (2)	(1)	(1)	(1)	(1)
7	2×1 (1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	3×1 1×3 (2)	(2)	(2)	(1)
8	(2)	(2)	(1)	3×1 1×2 (1)	2×1 1×1 (1)	(1)	(2)	(1)	2×1 (1)	1×1 (1)
9	11×1 2×1 (2)	(2)	1×1 (1)	(2)	1×1 (1)	(1)	1×1 (2)	(1)	(1)	(1)
10	(1)	7×1 (1)	(1)	1×2 (2)	(1)	(1)	(1)	-	(1)	(1)
11	-	(1)	1×1 (1)	(1)	(1)	(1)	-	1×1 (1)	(1)	(1)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり、2:少ない、3:普通にある、4:多い、5:極めて多い

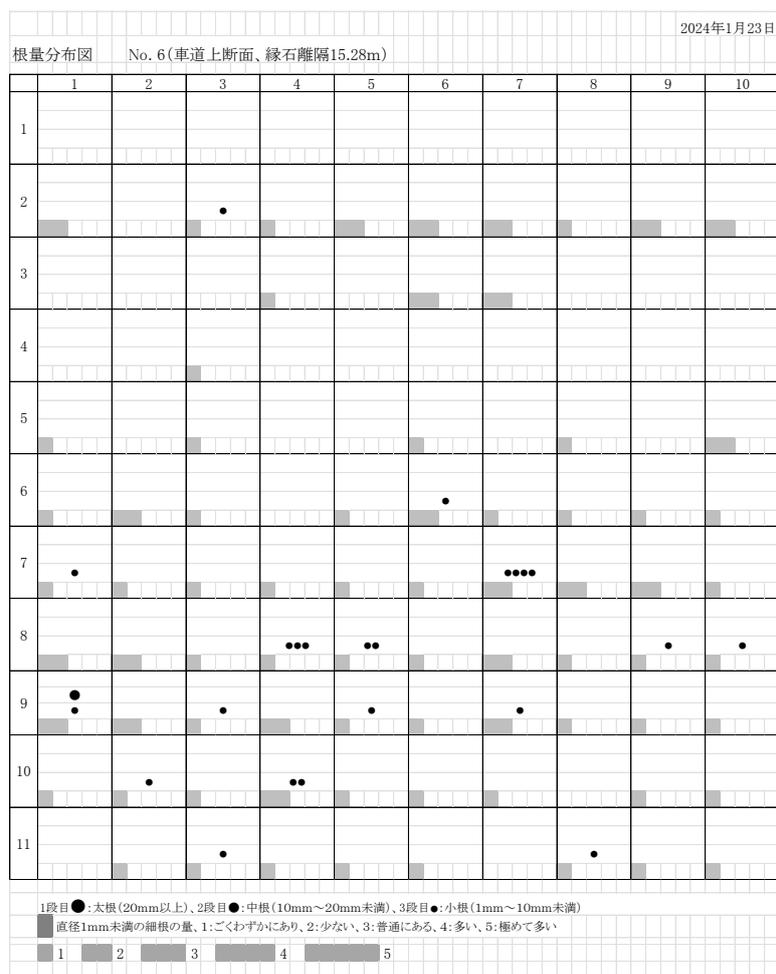


図 2-2 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1.1mまで

全体的な根の状態：表層のアスファルト舗装には全く見られず。砂利層の下部には細根が多数。ただし、酸欠のため下方から上方に根が伸長。全体的に細根も1mm以上の根も少なかった。

最も太い根の直径と出現深さ：11mm、深さ90cm

直径20mm以上の根の本数：なし

比較的根の多く見られた深さ：地表から70cm以下

最も深い根の見られた深さ：1.1m（直径1mm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：石礫（円礫）混じりの風化火山灰、1m以下まで攪乱。

夾雑物：角礫、円礫、大型のコンクリートガラ、炭、陶器の破片、コールタールのしみ  
 こんだ紙製管（深さ85cm）の埋設。表層アスファルト舗装の下にさらに厚み

7 cmの舗装（その下は還元状態の山砂）が埋まっていた。  
締め固め：全体的に強いが、90 cm以下は締め固めが弱かった。

(2) 樹木No.7・8間

①根系断面調査（縁石離隔 10.05m）

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>アスファルト舗装の厚みは約 7 cm</p>	<p>ヒューム管が 2 本埋設</p>

表 1-3 根量分布表

										2024 年 1 月 24 日
根量分布調査 樹木No. 7-8間										調査位置: 車道上断面、縁石離隔10.05m
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	-
2	1×2 (1)	(2)	1×1 (2)	1×1 (3)	1×1 (3)	(2)	(2)	(3)	(2)	(3)
3	(2)	(2)	1×1 (2)	1×1 (1)	3×1 (1)	2×1 1×1 (2)	(1)	(2)	(3)	(3)
4	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	2×1 1×1 (1)	(1)	(3)	(1)	(1)
5	1×1 (1)	3×1 1×1 (1)	-	(1)	(1)	2×1 (1)	(2)	-	-	3×1 (1)
6	-	-	-	-	(1)	(1)	(1)	-	(2)	(1)
7	(1)	(1)	-	-	-	(1)	-	-	4×1 (2)	(1)
8	2×1 (1)	-	-	1×1 (2)	(1)	(1)	(2)	(1)	-	(1)
9	(1)	(1)	(1)	-	29×1 (-)	(3)	(1)	-	-	(1)
10	-	4×1 (-)	-	10×1 (-)	-	(1)	-	(1)	(1)	(1)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数, ( )は直径1mm未満の細根の量, 1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

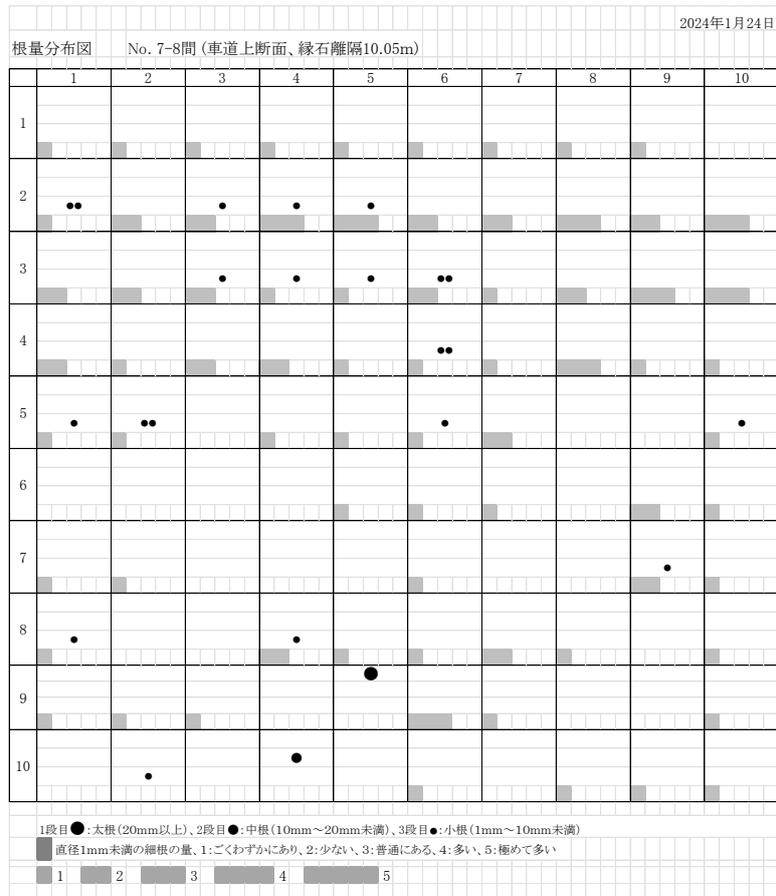


図 2-3 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：50 cmまでの細根量は比較的多かったが、1 mm以上の根は少ない。

50 cm以下では細根も 1 mm以上の根もどちらも少なかった。

最も太い根の直径と出現深さ：29 mm、深さ 83 cm

直径 20 mm以上の根の本数：1本

比較的根の多く見られた深さ：10~50 cm、特に 20~40 cmの層。

最も深い根の見られた深さ：1m (φ 10 mm)

**【土壌の状況】**

土壌の性質：表層は厚み 7 cmのアスファルト舗装、その下は砂利層約 20 cm。

それ以下は多量の瓦礫混じりの風化火山灰、1mまで人為的攪乱。

夾雑物：大型の陶器破片、レンガ (20 cm)、鉄線、コンクリートガラ (23 cm)、土丹等、

多種多量。塩ビ管 (深さ 40~50 cm)、ヒューム管 (93 cm) 2本が埋設。

締め固め：強いが、夾雑物や埋設物の近くは比較的弱い。

(3) 樹木No.9

①根系断面調査 (縁石離隔 10.00m)

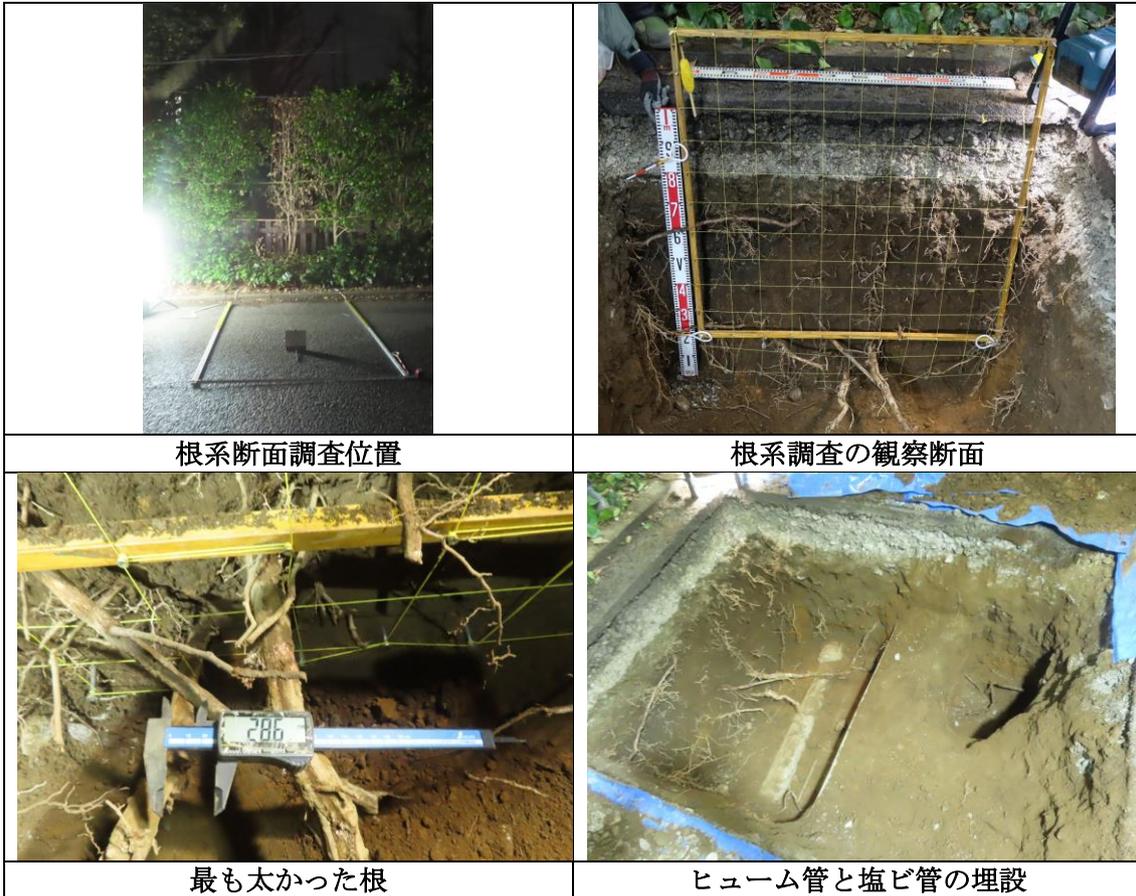


表 1-4 根量分布表

										2024 年 1 月 23 日
根量分布調査 樹木No.9		調査位置: 車道上断面、縁石離隔10.00m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1×1 (1)	(1)	—	—	(1)	—	—	—	—	—
2	—	—	—	1×1 (—)	—	(1)	(3)	(2)	1×1 (1)	(2)
3	1×1 (1)	1×1 (2)	1×1 (—)	(1)	(1)	1×1 (2)	(1)	(2)	(1)	1×2 (1)
4	6×1 (1)	(2)	1×1 (1)	14×1, 4×1 3×1, 2×1 1×2 (2)	(2)	2×1 (2)	1×1 (2)	4×1 2×1, 1×2 (2)	(2)	4×1 (2)
5	3×1 1×2 (2)	2×1 1×2 (3)	(1)	(1)	2×1 (1)	1×1 (1)	5×1 4×2 (1)	6×1 1×2 (2)	1×1 (2)	3×1 (2)
6	(3)	(1)	(1)	4×1 1×2 (2)	(1)	4×1 (2)	(1)	(1)	2×1 (1)	5×1 3×1 (1)
7	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
8	(1)	9×1 (3)	3×1 (1)	13×1 (1)	1×1 (1)	(1)	8×1 (2)	(2)	(1)	6×1 (2)
9	4×1 3×2 (1)	3×1 1×1 (1)	6×1 (2)	(1)	(1)	29×1 (1)	7×1 4×1 (1)	(2)	(1)	1×1 (1)
10	(1)	4×1 (1)	3×2 2×1 (1)	3×2 (2)	19×1 3×1 (3)	—	3×1 (1)	—	—	(1)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり、2:少ない、3:普通にある、4:多い、5:極めて多い

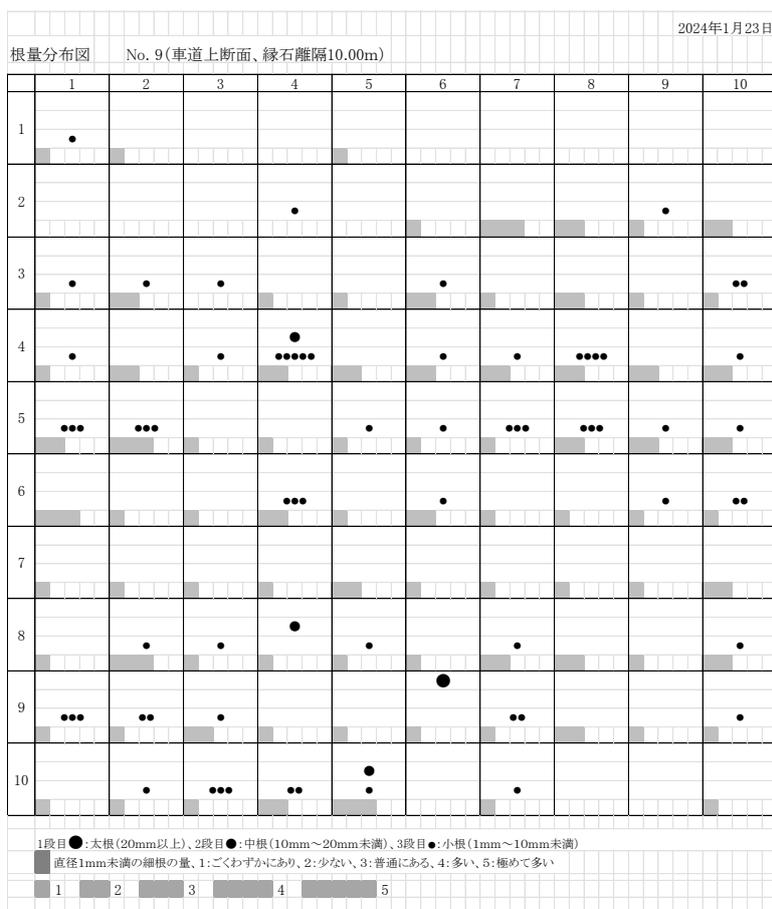


図 2-4 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：30~60 cmは根の量が多く、70 cm以下では1 mm以上の根が多かった。

ただし、80 cm以下の固結した粘土には根は見られなかった。

最も太い根の直径と出現深さ：29 mm、深さ 90 cm

直径 20 mm以上の根の本数：1本

比較的根の多く見られた深さ：30 cm以下、特にヒューム管（深さ 97 cm）2本が埋設された層の周囲に多い。

最も深い根の見られた深さ：1m（直径 19 mm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：厚み 7 cmのアスファルト舗装、その下は約 20 cmの砂利層。陶器破片等の多量の瓦礫混じりの風化火山灰、1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：陶器片（18 cm）、素焼き破片、ガラス片、塩ビ管（60 cm下）、ヒューム管（φ 15 cm程度 2本、深さ 95 cm）埋設。

締め固め：強い。根の伸長は困難のようで水平方向に発達したマット状の根が見られた。

夾雑物や埋設物の近くは、比較的弱い。

②追い掘り調査 (アスファルト舗装の車道、縁石離隔 10.00~14.00m)

	
<p>追い掘り調査位置</p>	<p>東側から見た根の伸長状況</p>
	
<p>追い掘りした根の深さ (86 cm)</p>	<p>埋まっていた舗装用?の平板</p>

### 【根の状況】

追い掘り対象とした根の直径と出現深さ：29 mm、深さ 90 cm

追い掘り対象とした根の伸長距離：縁石離隔 14mまで（深さ 80~90 cm）

根の状態：縁石離隔 14mの上の根の末端の根の太さ→ $\phi$  87.0 mm

縁石離隔 13mの下の根の末端の根の太さ→ $\phi$  9.5 mm

建設残土の層の隙間や砕石層の隙間に多くの細根が見られた。下方から上方に向かって根の先端が伸長（酸欠状態を示す）。垂直に大きく発達したマット状の根あり。

### 【土壌の状況】

土壌の状態：アスファルト舗装（厚み 7 cm）、その下にセメント混じりの砂利層。それ以下は石礫、大型の瓦礫混じり土。1m以下まで人為的攪乱土。

混入夾雑物：赤土に一部淡色黒ボク、石礫、陶器片、素焼きの破片、原型をとどめた複数の瓦の塊、舗装用平板（18 cm×30 cm）が混入。

(4) 樹木No.32・33間

①根系断面調査（縁石離隔 11.21m）

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>碎石層の隙間にも根が侵入</p>	<p>外生菌根菌と共生する根</p>

表 1—5 根量分布表

2024 年 1 月 15 日										
根量分布調査 樹木No.32-33間		調査位置:		テニスコート内、縁石離隔11.21m						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	枯死根あり	枯死根あり	枯死根あり	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	(1)	(1)	(2)	—	(1)	(1)	(1)	(1)	枯死根あり (1)	(1)
5	(1)	枯死根あり (1)	(1)	(1)	(2)	1×2 (2)	1×1 (2)	1×1 (1)	1×1 (2)	(1)
6	(1)	(1)	枯死根あり (1)	(2)	(1)	2×1 1×2 (2)	2×1 1×2 (2)	(2)	(2)	(1)
7	(1)	1×1 (2)	(1)	(1)	—	(1)	4×1 1×1 (1)	(3)	—	(1)
8	8×1, 4×1 3×1, 2×1 1×2 (3)	(1)	(1)	(1)	(1)	5×1 3×1, 1×1 (2)	2×1 (2)	(1)	—	—
9	(1)	2×1 (1)	(2)	1×1 (1)	1×1 (1)	2×1 1×1 (1)	(1)	(1)	—	(1)
10	(1)	—	—	—	—	(1)	(1)	—	—	—

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数, ( )は直径1mm未満の細根の量, 1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

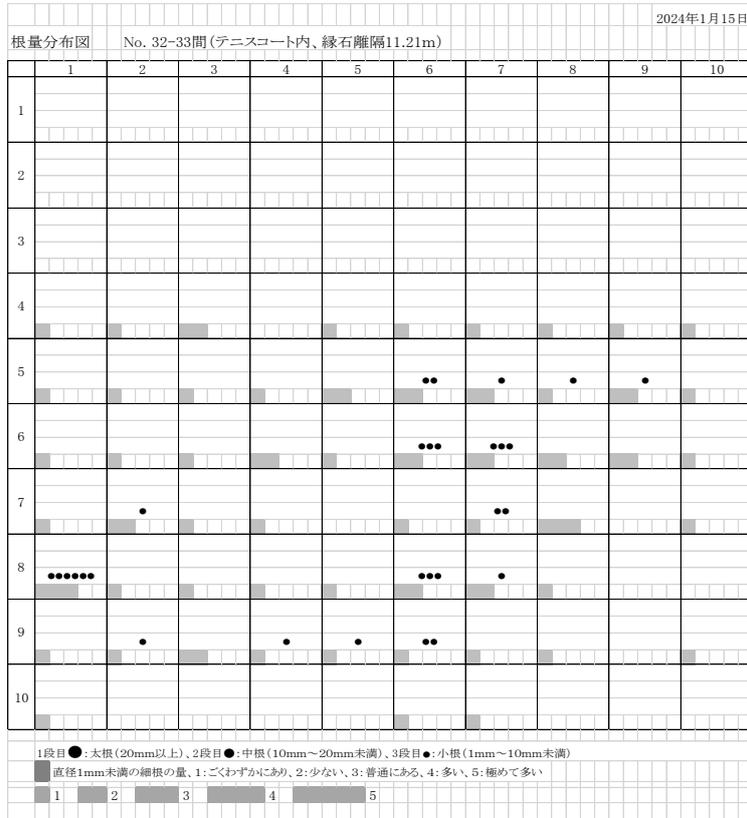


図 2-5 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：表層の締め固めが特に強く 30 cmまでイチョウの生きた根はなく  
 (枯死根の痕跡は数箇所見られた)、断面以外では、碎石層にも根が  
 伸長。全体的に根の量は少なく、太い根がほとんど見られなかった。  
 締め固めが強く酸欠状態のようで、根の先端は下方から上方に向か  
 って伸長。

最も太い根の直径と出現深さ：8 mm、深さ 80 cm

直径 20 mm以上の根の本数：なし

比較的根の多く見られた深さ：50~90 cmまで。

最も深い根の見られた深さ：1m (1 mm未満の細根。1 mm以上の根は 90 cm)

**【土壌の状況】**

土壌の性質：碎石層の下は、木炭混じりの風化火山灰 (黒ボク・赤土混合)、1mまで人  
 為的攪乱。

夾雑物：荒木田層以下に約 20 cmの厚みの碎石層、深さ 60 cmの層に炭が混入。レンガ、  
 陶器破片。60 cmに電線管の埋設あり (周囲は山砂による埋め戻し)。

締め固め：表層は特に強い。夾雑物や埋設物の近くは比較的弱い。

(5) 樹木No.34

①根系断面調査（縁石離隔 11.30m）

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>碎石層の隙間に侵入して長く伸びる根</p>	<p>大型の夾雑物（レンガ）</p>

表 1—6 根量分布表

										2024 年 1 月 15 日
根量分布調査 樹木No.34		調査位置: テニスコート内、縁石離隔11.13m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	(1)	(1)	-	-	-	-
3	(1)	-	1×1 (-)	-	2×1 1×1 (1)	(2)	1×1 (-)	(2)	-	(1)
4	(1)	(1)	2×1 1×1 (1)	(2)	3×1 (2)	(2)	3×2 2×1 (2)	3×2 1×2 (2)	-	(1)
5	(2)	5×1 2×1、1×1 (2)	(2)	-	1×1 (2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)
6	(1)	(2)	2×1 (3)	(1)	(1)	(1)	1×1 (1)	(1)	(1)	-
7	(2)	(2)	2×1 1×1 (2)	2×1 1×1 (2)	2×3 (2)	(3)	(2)	7×1 2×1、1×1 (2)	7×1 4×1、2×1 (3)	34×1 5×1 (2)
8	(2)	(2)	(3)	3×1 (2)	(1)	(1)	5×1 (2)	(3)	25×1、4×1 3×2、2×1 1×2、(3)	70×1 10×1 (3)
9	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(3)	(2)
10	(2)	(2)	(3)	1×1 (3)	(3)	(2)	(2)	4×1 (3)	5×4 4×1、3×4 (3)	(3)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

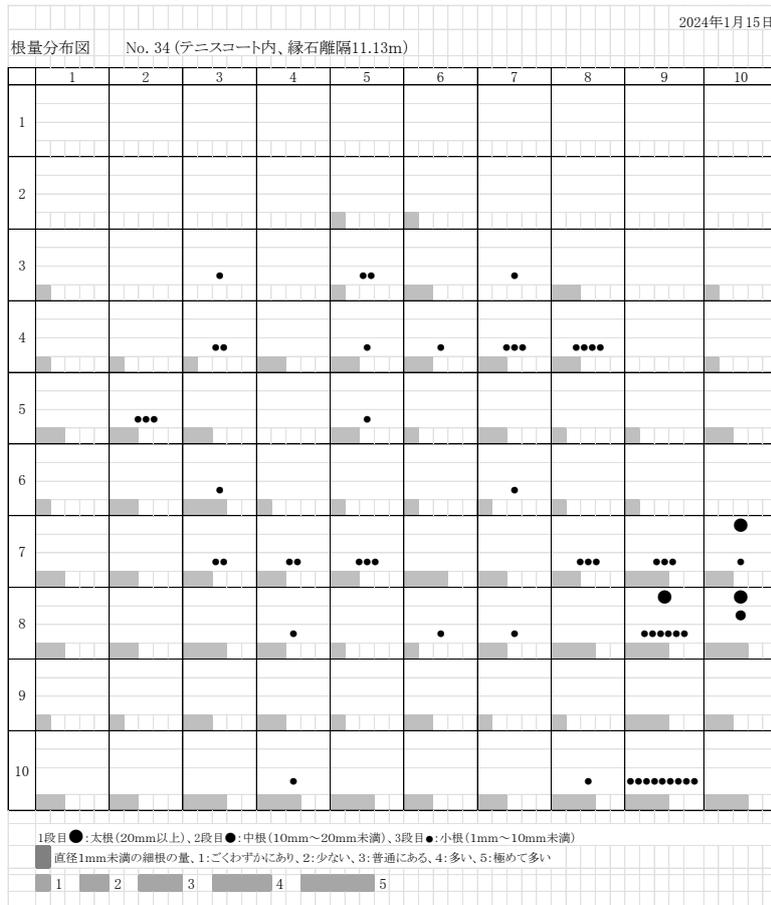


図 2-6 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：固結の強い表層から 20 cm まではほとんどないが、20 cm 以下は細根も 1 mm 以上の根も比較的多く見られた。

最も太い根の直径と出現深さ：φ 70 mm、深さ 80 cm

直径 20 mm 以上の根の本数：3 本

比較的多くの根が見られた深さ：30 cm 以下、特に 60~80 cm の層に太い根が見られた。

最も深い根の見られた深さ：1m (φ 5 mm)

**【土壌の状況】**

土壌の性質：陶器の破片、木炭等の混じる風化火山灰、1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：縁石離隔約 15.5m まで砂利層が続く。陶器、レンガの破片、多量かつ大型の炭、塊状の土丹 (80 cm の深さ)、ビニール製品。電線管と塩ビ管が埋設。

締め固め：強いが、夾雑物や埋設物の近くは比較的弱い。

②追い掘り調査（縁石離隔 11.13~22m（北側）、21.5m（南側））

	
<p>追い掘り調査開始位置</p>	<p>縁石離隔 22mの末端の根の状況</p>
	
<p>北側の根の末端</p>	<p>南側の根の末端</p>



東側から見た追い掘りの掘削範囲



西側から見た追い掘りの掘削範囲



東側は縁石離隔約 16m まで碎石層が続く



追い掘り対象の 70 mm の根の基部



何度か方向や深さを変えつつ伸長



直角に曲がるように伸びる太根

### 【根の状況】

追い掘り対象とした根の直径と出現深さ：70 mm、深さ 80 cm

追い掘り対象とした根の伸長距離：22m（北側：深さ 80 cm、末端直径 8.7 mm, 4.9 mm）  
21.5m（南側：深さ 94 cm、末端直径 12.8 mm）

根の伸長状況：東よりの進路は北向きであったが、途中西側テニスコートに向かい、北と西に何度か方向変換しつつ最終的には西に伸長。

深さも出現深さの 80 cm から 90 cm、70 cm と上下に深さを変えつつ伸長。

根の状態：ところどころで多くの細根をもつ側根が分岐し、基部側から先端部まで活力の高い状態であった。末端近くでは、長く伸びる側根を数本もっていた。

### 【土壌の状況】

土壌の状態：土丹等が混入し粘土の含有量のやや少ない風化火山灰、部分的に粘土を多く含む場所もあり、1m以下まで人為的攪乱土。

混入夾雑物：縁石離隔 20~22m：表層以下 40 cmの深さに、厚さ 10~20 cmの碎石層あり。その他大型のコンクリートガラ、鉄筋等。

縁石離隔 19m付近：還元状態の青みがかった土丹、御影石

縁石離隔 18m付近：細粒状のれんが？破片が多量に混入（太根がこの近くに分布）。

縁石離隔 16~17m付近：深さ 80~90 cmに炭、燃えがら、陶器・陶管破片。

縁石離隔 15.5m付近まで：厚さ 20 cmの砂利層が面的に続く。

縁石離隔 12m付近：表層近くにガラス瓶、ビニール袋、ビニール紐。

(6) 樹木No.35

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>荒木田土の下の碎石層に伸長する根</p>	<p>碎石層</p>

表 1—7 根量分布表

2024 年 1 月 15 日										
根量分布調査 樹木No.35		調査位置: テニスコート内、縁石離隔11.10m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	太い枯死根 (1)	—	(1)	(1)
5	—	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)	2×1 1×1 (1)
6	—	(1)	(1)	5×1 (2)	(1)	(1)	(1)	—	3×1 2×1、1×1 (1)	(1)
7	1×2 (1)	1×1 (1)	—	(1)	—	2×2 1×2 (3)	(1)	—	—	—
8	(1)	—	—	—	—	(2)	—	—	—	—
9	—	(1)	—	(1)	(1)	—	—	—	—	—
10	—	—	—	1×1 (—)	(1)	1×1 (2)	—	—	—	—

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数, ( )は直径1mm未満の細根の量, 1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

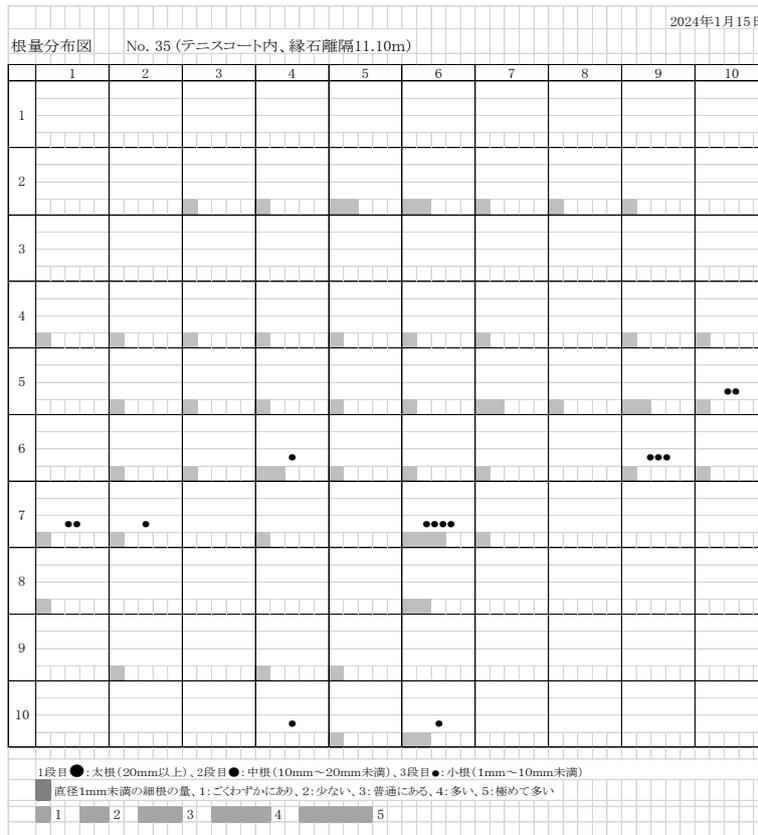


図 2-7 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：イチヨウの根よりも、カイヅカイブキとマツのやや太い根の方が多く見られた。60 cmの層にタテ方向に平たいマット状の根あり（締め固めがかなり強いことを示す）。

最も太い根の直径と出現深さ：5 mm、深さ 60 cm

直径 20 mm以上の根の本数：なし

比較的根の多く見られた深さ：細根は多くの層で見られたものの、1 mm以上の根が少なく、全体的に根の量は少なかった。

最も深い根の見られた深さ：1m（直径 1 mm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：表層の荒木田土の下の碎石層のさらに下に、厚み 0.5~1.5 mm程度のモルタルの固結層が見られた（排水不良の一因かもしれない）。碎石、レンガ混じりの風化火山灰。東側フェンスよりは 1m以下まで攪乱。西よりの部分では 60 cm以下は夾雑物を含まないの赤土の地山と思われる。電線管の埋設あり。

夾雑物：角礫、レンガ、土丹。

締め固め：砕石層の下は比較的軟らかい（層の境界から根が出現）。

(7) 樹木No.37

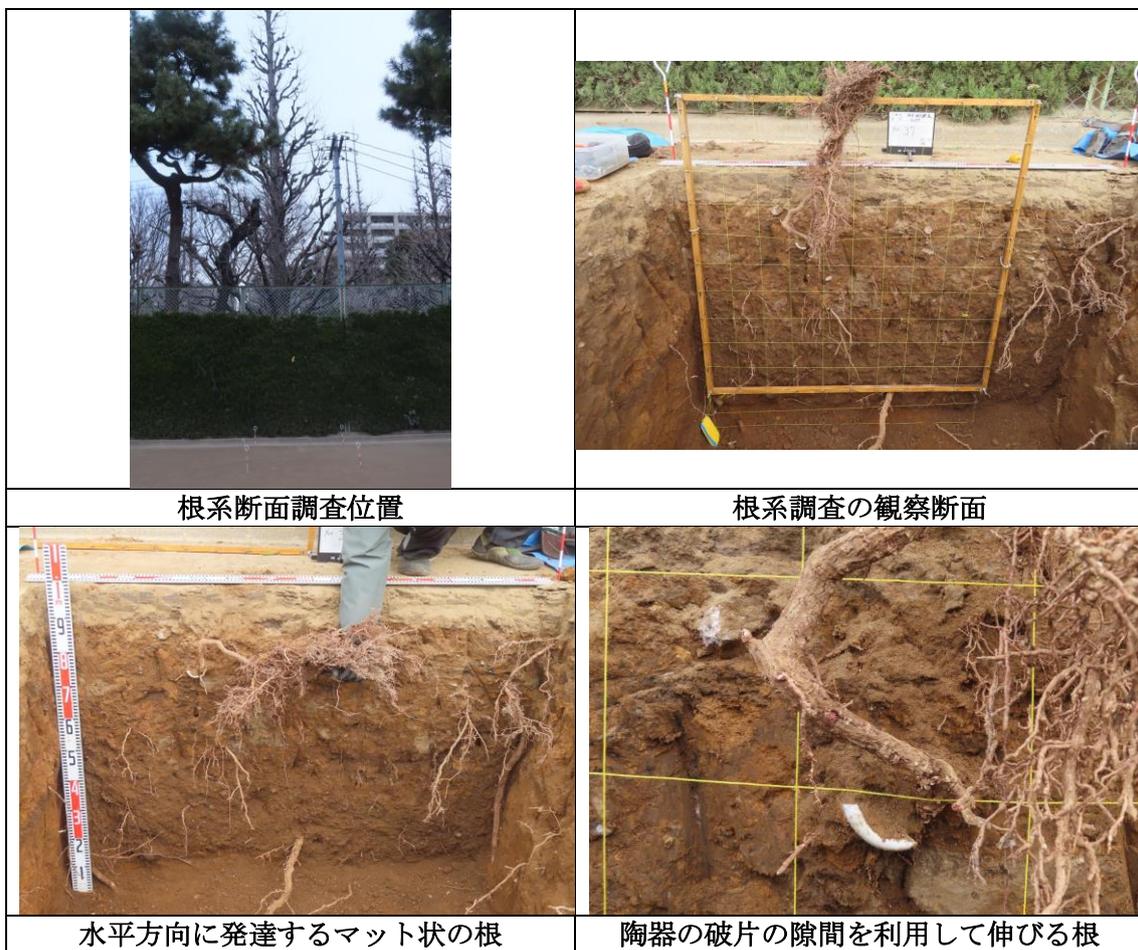


表 1—8 根量分布表

										2024 年 1 月 11 日
根量分布調査 樹木No. 37		調査位置: テニスコート内、縁石離隔10.98m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	1×1 (1)	(1)	16×1 (4)	1×1 (2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(3)
3	-	-	(1)	2×1 (2)	-	-	(1)	(1)	-	1×2 (2)
4	1×1 (2)	(4)	(3)	(1)	2×2 (1)	1×2 (2)	1×1 (1)	(1)	(1)	1×1 (1)
5	(2)	3×1 2×1, 1×1 (1)	1×1 (2)	1×3 (2)	6×1 1×1 (1)	(1)	1×1 (2)	(1)	(2)	(1)
6	1×1 (1)	1×1 (1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	1×1 (3)	(2)
7	1×2 (1)	3×1 1×2 (2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
8	2×1 (2)	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)
9	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	1×1 (1)	26×1 (2)	(3)	3×1 1×1 (1)	(2)
10	-	(1)	-	(1)	-	-	(1)	(1)	(2)	(2)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数, ( )は直径1mm未満の細根の量, 1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

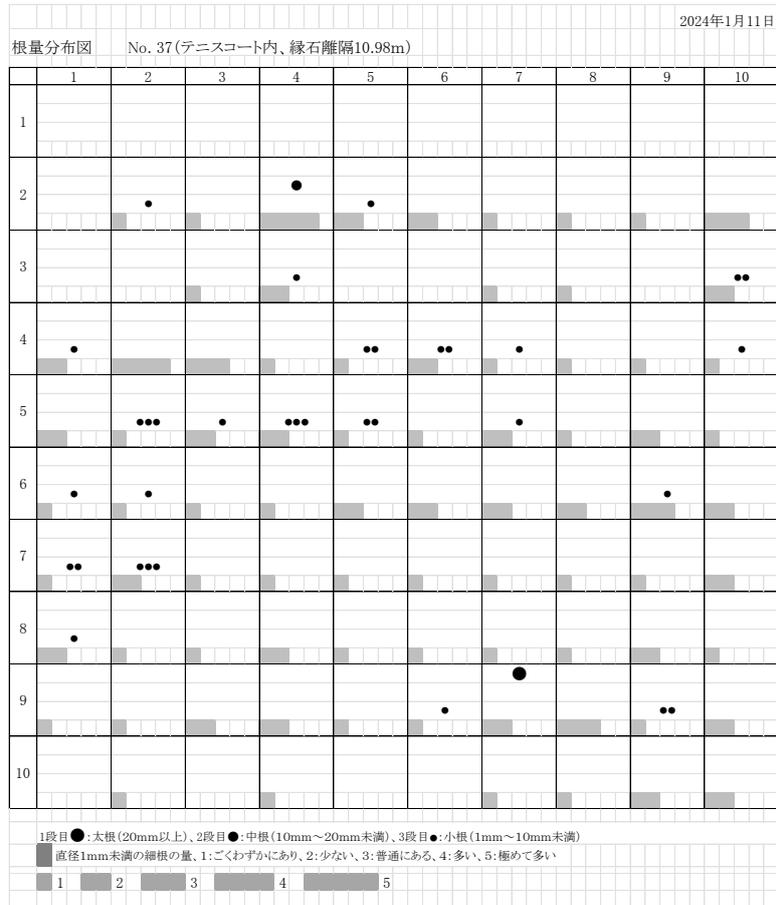


図 2-8 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：酸欠により下から上に向かって根が伸長。陶器破片の隙間を利用し  
 水平方向に成長したマット状の根（長さは 60 cm）が発達。

最も太い根の直径と出現深さ：26 mm、深さ 90 cm

直径 20 mm以上の根の本数：1本

比較的根の多く見られた深さ：30~70 cmまで

最も深い根の見られた深さ：1m（1 mm未満の細根。1 mm以上の根は 90 cm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：土丹の塊、陶器破片、石礫混じりの風化火山灰、1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：角礫、円礫、陶器破片、土丹。電線管の埋設あり。

締め固め：夾雑物の近くは、比較的弱い。

(8) 樹木No.39

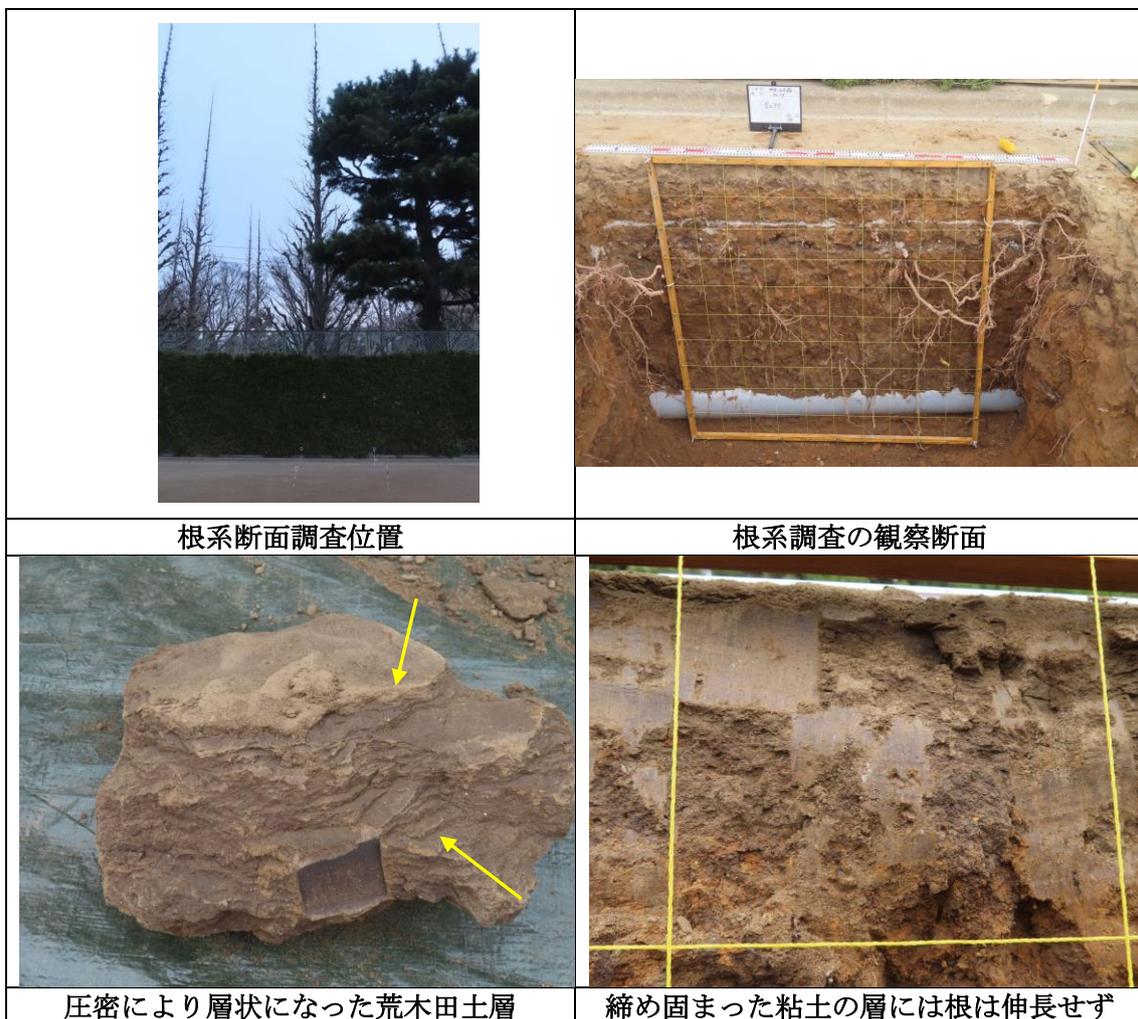


表 1—9 根量分布表

										2024 年 1 月 11 日	
根量分布調査 樹木No.39		調査位置: テニスコート内、縁石離隔10.92m									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	— (1)	(1)	—	—	—	—	—	— 枯死根あり	—	—	
2	(1)	1×2 (1)	(1)	—	(1)	(1)	(1)	1×1 (1)	— 枯死根あり	—	
3	(1)	(1)	—	—	—	—	—	(1)	—	—	
4	1×2 (1)	—	—	—	—	—	(1)	11×1 2×1 (3)	(1)	(1)	
5	3×1 (1)	(1)	3×1 2×1 (2)	1×1 (2)	(2)	1×1 (1)	1×1 (1)	2×1 (1)	—	(1)	
6	(1)	(2)	—	1×2 (1)	(1)	1×1 (2)	(2)	2×1 (2)	(1)	2×1 (2)	
7	1×1 (2)	2×1 (1)	(2)	(1)	(1)	3×1 2×1 (2)	2×1 1×1 (1)	(1)	(1)	(2)	
8	(3)	(1)	2×1 1×1 (2)	1×1 (2)	1×1 (1)	1×1 (2)	1×2 (2)	(2)	(2)	1×2 (3)	
9	←—————				塩ビ管	—————→					
10	1×2 (—)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数, ( )は直径1mm未満の細根の量, 1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

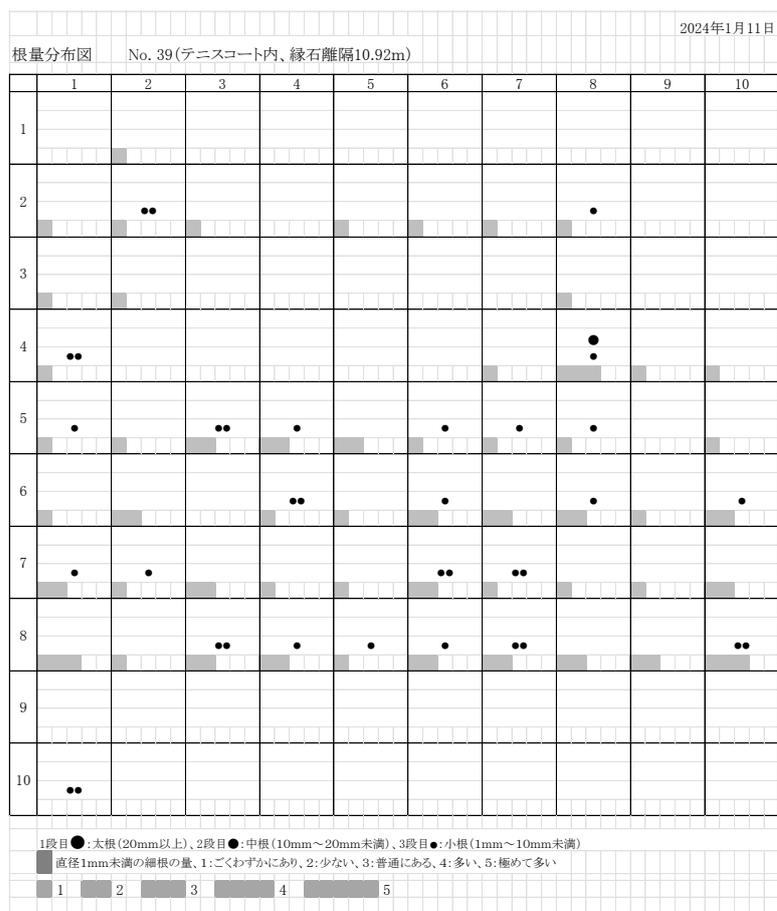


図 2-9 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状況：表層近くでは枯死根が数カ所見られた。マット状の根が発達。50 cm 以下では、皮目の目立つ根が見られた。塩ビ管の下の層には、イチヨウの根は少なかったが、カイヅカイブキの根が多く見られた。

最も太い根の直径と出現深さ：11 mm、深さ 40 cm

直径 20 mm以上の根の本数：なし

比較的根の多く見られた深さ：40~80 cm (40 cm以下は締め固めが弱い)

最も深い根の見られた深さ：1m (直径 1 mm)

**【土壌の状況】**

土壌の性質：石礫、レンガ片混じりの風化火山灰、深さ 103 cmの層に青灰色の土丹の塊。1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：角礫、円礫、下層から厚み 1 cmのレンガ破片。碎石層が 2 層見られた。90 cmに塩ビ管理設。

締め固め：全体的に強い。

(9) 樹木No.41

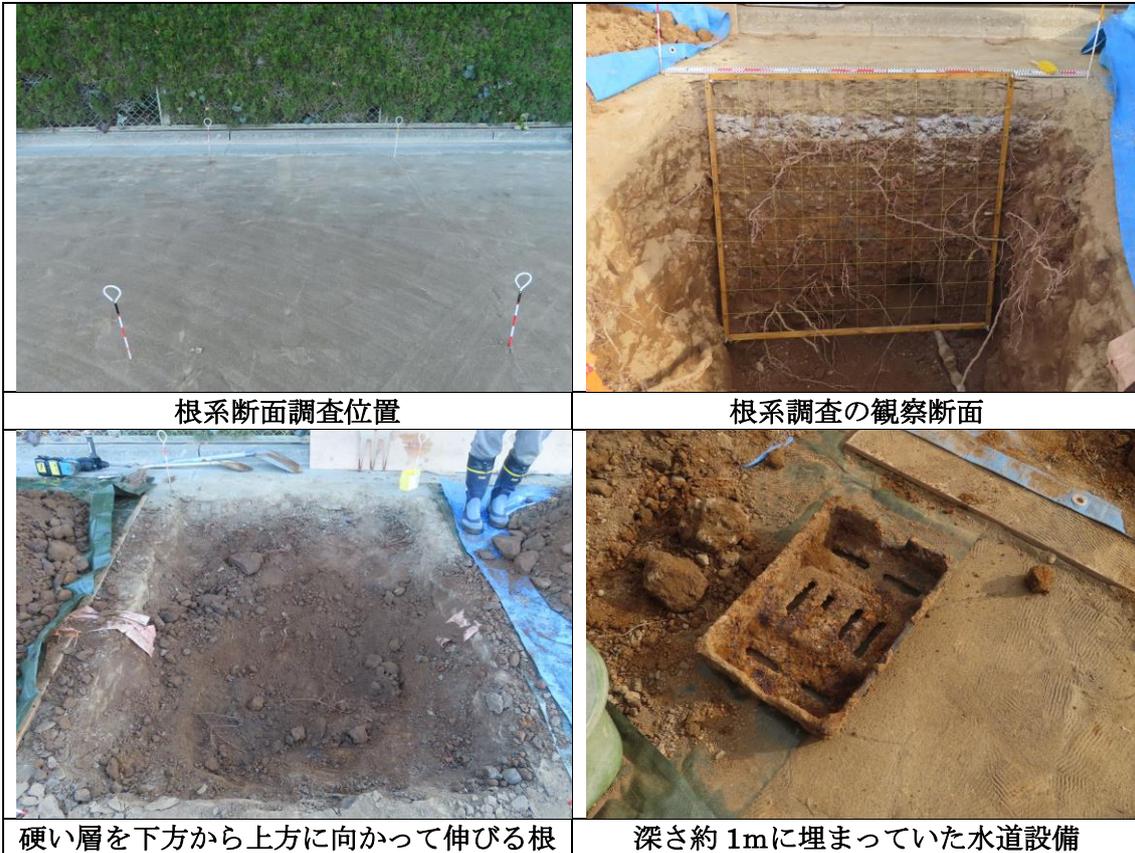


表 1—10 根量分布表

										2024 年 1 月 10 日	
根量分布調査 樹木No. 41		調査位置: テニスコート内、縁石離隔10.80m									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	(2)	1×1 (2)	—	—	—	—	—	—	2×1 (1)	—	
2	1×1 (1)	2×2 (2)	2×2 (1)	1×1 (1)	3×1 2×1 (1)	1×1 (1)	3×1 2×1, 1×2 (3)	(1)	—	(1)	
3	1×1 (1)	2×1 (1)	2×1 1×2 (3)	6×1 2×1, 1×1 (2)	1×1 (1)	1×2 (2)	1×1 (2)	(2)	1×2 (2)	2×1 1×4 (3)	
4	(1)	(1)	(1)	1×2 (1)	(1)	(1)	2×1 (1)	1×3 (1)	2×1 1×2 (1)	2×1 (1)	
5	1×1 (1)	(1)	(1)	(1)	(1)	1×1 (1)	(1)	(1)	(1)	6×1 2×2 (1)	
6	(1)	—	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	
7	(1)	(1)	(1)	2×1 (1)	(1)	3×1 (1)	(2)	(1)	(2)	7×1 (2)	
8	(1)	(1)	(1)	5×1 4×1, 3×1 (2)	(1)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	
9	(2)	8×1 (1)	7×1 3×1 (3)	1×1 (2)	3×1 (2)	2×1 (2)	(1)	(1)	(1)	(1)	
10	(2)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数, ( )は直径1mm未満の細根の量, 1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

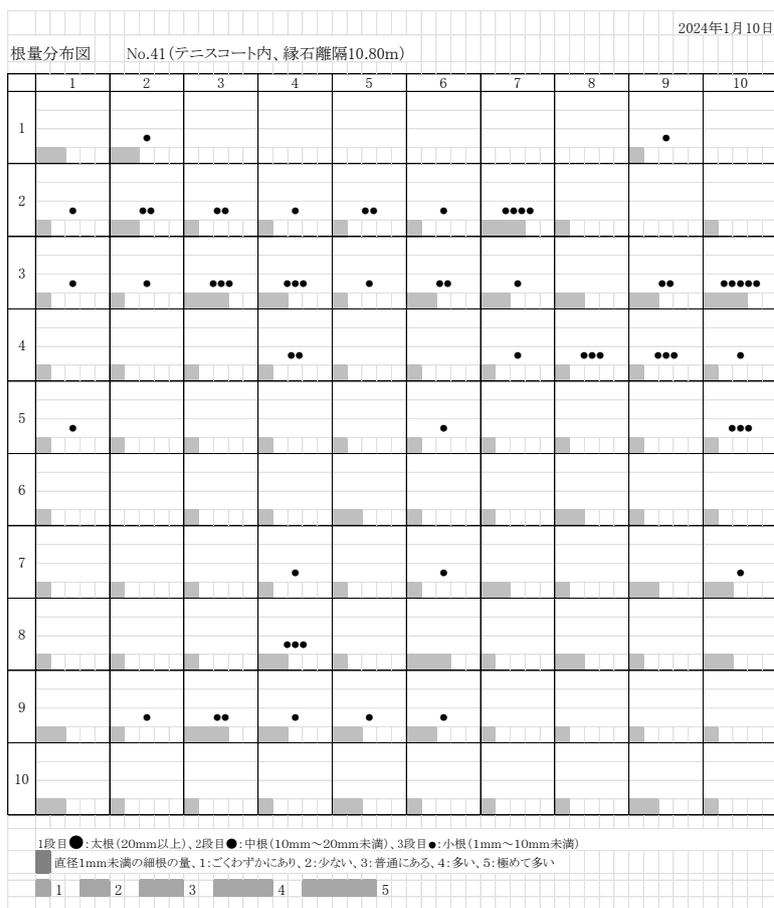


図 2-10 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：10 cm以下は細根も 1 mm以上の根も比較的多く見られた。硬く締まった粘土の部分は根がないか、枯死した根の痕跡が残される。

最も太い根の直径と出現深さ：8 mm、深さ 90 cm

直径 20 mm以上の根の本数：なし

比較的根の多く見られた深さ：10~40 cmと 70~90 cm

最も深い根の見られた深さ：1m（1 mm未満の細根。1 mm以上の根は 90 cm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：大きなコンクリートガラ等は見られなかったが石礫混じりの風化火山灰。1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：石礫、1mの深さにコックつきのアルミ管と鉄製蓋が埋まっていた。

締め固め：かなり硬かったNo.47 ほどではないが、強い。

(10) 樹木No.43

①根系断面調査

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>強い締め固めにより、根は下から上に伸長</p>	<p>電線管の近くに根が伸長</p>

表 1—11 根量分布表

										2024 年 1 月 9 日
根量分布調査 樹木No.43		調査位置: テニスコート内、縁石離隔10.80m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	(1)	-	1×2 (2)	(1)	(1)	7×1 (1)
4	(1)	(1)	-	(1)	(1)	-	(1)	(1)	(1)	(2)
5	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	3×1 1×2 (2)	(1)	(1)
6	(1)	(1)	(1)	1×2 (2)	(1)	(1)	(2)	2×1 1×1 (2)	2×1 1×1、枯死根 (2)	1×1 (2)
7	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	9×1 3×1、枯死根 (3)	(3)	2×1 (4)	1×1 (3)	2×1 1×1 (2)
8	77×1、1×2 (2)	9×1、7×1 5×1、2×1 1×4 (2)	(2)	1×1 (3)	(3)	5×1 (3)	(3)	(3)	(3)	(3)
9	6×1 (2)	(3)	(4)	1×2 (4)	3×1 (3)	4×1 3×1 2×1 (3)	(3)	3×1 (2)	1×1 (2)	(1)
10	6×1 (1)	1×1 (2)	(2)	(2)	(1)	2×1 (3)	(2)	(2)	1×2 (2)	3×1 2×2 (2)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり、2:少ない、3:普通にある、4:多い、5:極めて多い

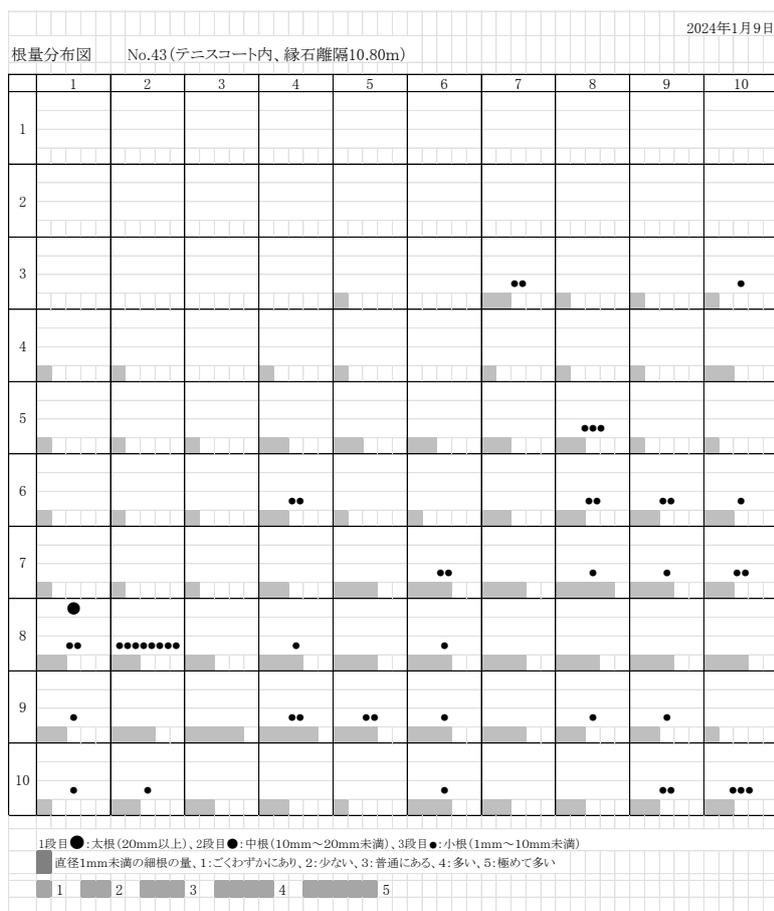


図 1-11 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：表層 20 cmまでは全く根が見られなかった。細根、1 mm以上の根の量は少なくなかったが、枯死根の痕跡が残されていた。

最も太い根の直径と出現深さ：77 mm、深さ 80 cm

直径 20 mm以上の根の本数：1本

比較的根の多く見られた深さ：40 cm以下

最も深い根の見られた深さ：1m（直径 6 mm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：石礫混じりで粘土のやや多い風化火山灰、1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：石礫。

締め固め：粘土が多く、やや強め。

②追い掘り調査（範囲：縁石離隔 10.80~16.50m）

	
<p>追い掘り調査範囲</p>	<p>根を追うとテニスコートのライン際まで伸長</p>
	
<p>電線の 10 cm 下をくぐって西に延びる太根</p>	<p>北と西に方向を変えつつ伸長する根</p>
	
<p>縁石離隔 16m で 1.1m からさらに潜る</p>	<p>追い掘りした根の末端の状況</p>

	
<p>縁石離隔 16.50mの末端の根の状況</p>	<p>孔隙に富む粘土で、根の痕跡が見られる</p>

### 【根の状況】

追い掘り対象とした根の直径と出現深さ：70 mm、深さ 80 cm

追い掘り対象とした根の伸長距離：16.50m（北側：深さ 220 cm、末端φ 10.1、25.6 mm）

16.22m（南側：深さ 220 cm、末端φ 13.5、14.5 mm）

根の伸長状況：最初の進路は北向きであったが、途中西と北に蛇行しながら西側テニスコートに向かい、最終的には西に伸長。

深さは、出現深さの 80 cmから上下に深さを変えつつ伸長し、縁石離隔 16.22m地点で、深さ 1.1m から 2m以下まで垂直に下降して伸長。その後、220 cmで分岐して細くなった。

根の状態：側根がところどころで分岐し、基部側から先端部まで活力の高い状態であった。

### 【土壌の状況】

土の性質：縁石離隔約 15mの位置では、80 cm以下は石礫・夾雑物を含まないため、赤土の地山と思われる。ところどころに縦方向の亀裂が見られた（構造が発達）。GL2.1~2.2m に淡色黒ボク層あり、その部分では根の量が増えた。

混入夾雑物：コンクリートガラ（φ 20 cm）、陶器破片、表層近くに溶けたプラスチックを含む燃えがら。

(11) 樹木No.44

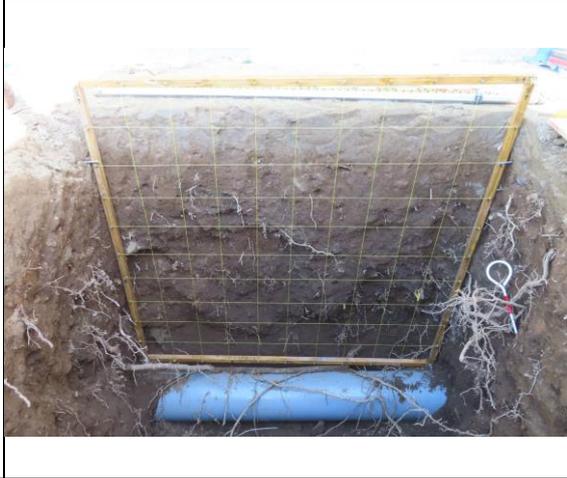
	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>荒木田土層の直下で上向きに伸びる根</p>	<p>碎石層に伸長する根</p>

表 1—12 根量分布表

										2024 年 1 月 9 日
根量分布調査 樹木No.44		調査位置: テニスコート内、縁石離隔10.78m								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—
2	—	1×2 (1)	1×3 (1)	(1)	(2)	(1)	3×1 1×1 (1)	(1)	2×1 (1)	1×1 (1)
3	(1)	1×1 (1)	2×1 1×1 (2)	(1)	(1)	1×1 (2)	(2)	(2)	(1)	1×1 (1)
4	2×1 (1)	(1)	(1)	(1)	(3)	3×1 1×1 (1)	(1)	(1)	(1)	(1)
5	1×1 (2)	(2)	(2)	5×1 (1)	1×1 (1)	1×1 (2)	(3)	3×1 1×1 (2)	(2)	(2)
6	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	4×1 (1)	(2)	(1)	(2)	1×1 (2)
7	(2)	(2)	1×1 (2)	—	(1)	(3)	(2)	(2)	1×1 (2)	1×1 (3)
8	(1)	(1)	1×1 (1)	1×2 (2)	1×1 (1)	(1)	(2)	2×1 1×2 (3)	(2)	3×1 2×2 (2)
9	3×1 (1)	(1)	—	—	—	—	(1)	20×1 4×1 (1)	(1)	(1)
10	—	—	—	(1)	—	—	—	(2)	1×1 (1)	3×1 (1)

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり, 2:少ない, 3:普通にある, 4:多い, 5:極めて多い

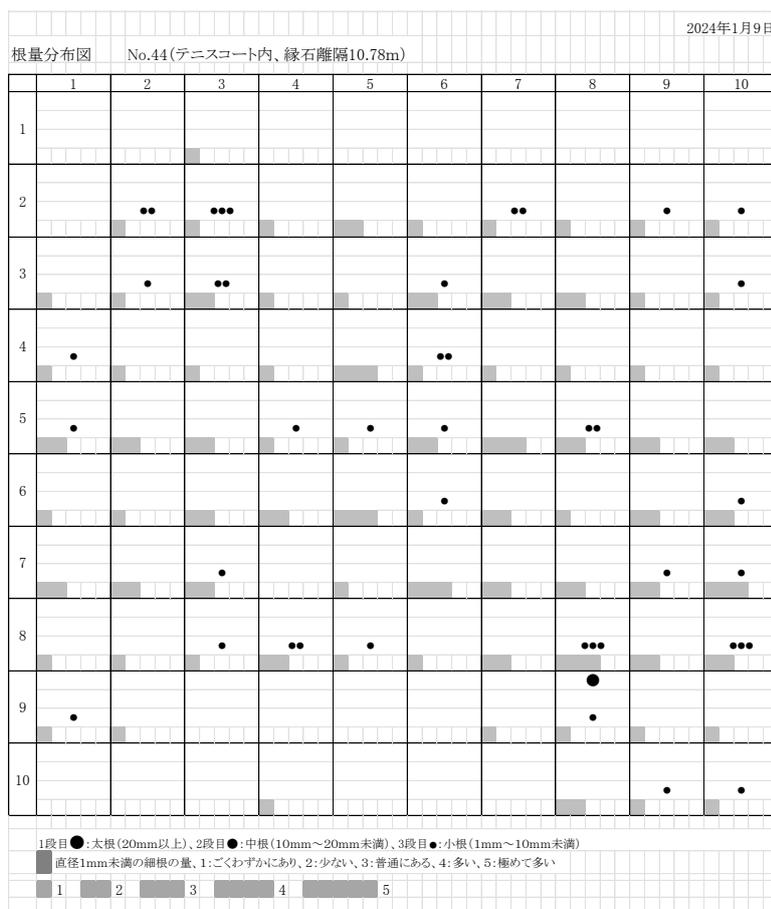


図 2-12 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：太い根はほとんどみられなかったが、細根と1mm以上の根は多くの場所で見られた。

最も太い根の直径と出現深さ：20mm、深さ90cm

直径20mm以上の根の本数：1本

比較的根の多く見られた深さ：10~80cm、90cmの塩ビ管よりも上の層では根の量が多かった。全体的には根の量は少ないが、下層の黒色で夾雑物の少ない層では根の量が多かった。

最も深い根の見られた深さ：1m（直径3mm）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：石礫混じりの風化火山灰、1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：角礫、円礫、塩ビ管の埋設。

締め固め：夾雑物・配管の周囲は、比較的弱い。

(12) 樹木No.47

	
<p>根系断面調査位置</p>	<p>根系調査の観察断面</p>
	
<p>締め固めが強いため、根は下方から上方に</p>	<p>塩ビ管の周囲では根の量が多い</p>

表 1—13 根量分布表

根量分布調査 樹木No.47									調査位置: No.47 テニスコート内、縁石離隔10.60m		2024 年 1 月 9 日
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	—	—	—	—	2×1 (1)	—	—	—	2×1 1×3 (1)	—	
2	(1)	1×4 (2)	(1)	(1)	1×2 (1)	8×1 3×1、1×3 (1)	(1)	(1)	(1)	1×1 (—)	
3	—	3×1 1×2 (1)	2×1 (1)	1×2 (1)	(2)	1×1 (1)	5×1 1×3 (1)	1×1 (2)	(1)	(1)	
4	1×1 (2)	(1)	(1)	2×1 1×1 (1)	(1)	(1)	—	—	1×1 (1)	(1)	
5	—	—	6×1 4×2、1×1 (3)	(1)	(1)	(1)	1×1 (1)	(2)	1×1 (1)	(1)	
6	(2)	(1)	1×1 (2)	(2)	1×1 (2)	(2)	1×1 (2)	(2)	(1)	(2)	
7	(1)	6×1 (2)	φ5cm腐朽の 進んだ根あり (2)	5×1 2×1 (1)	1×1 (1)	—	5×1 (2)	(3)	(1)	1×1 (1)	
8	—	1×2 (3)	—	(1)	(1)	(1)	2×1 (3)	(2)	1×2 (3)	(1)	
9	←————— 塩ビ管 —————→										
10	(2)	(1)	13×1 4×1、3×3 (—)	16×1 3×1 (1)	6×1、5×1 4×1、1×2 (2)	(2)	2×1 (3)	(1)	—	(2)	

直径1mm以上の根の直径(mm)×本数、( )は直径1mm未満の細根の量、1:ごくわずかにあり、2:少ない、3:普通にある、4:多い、5:極めて多い

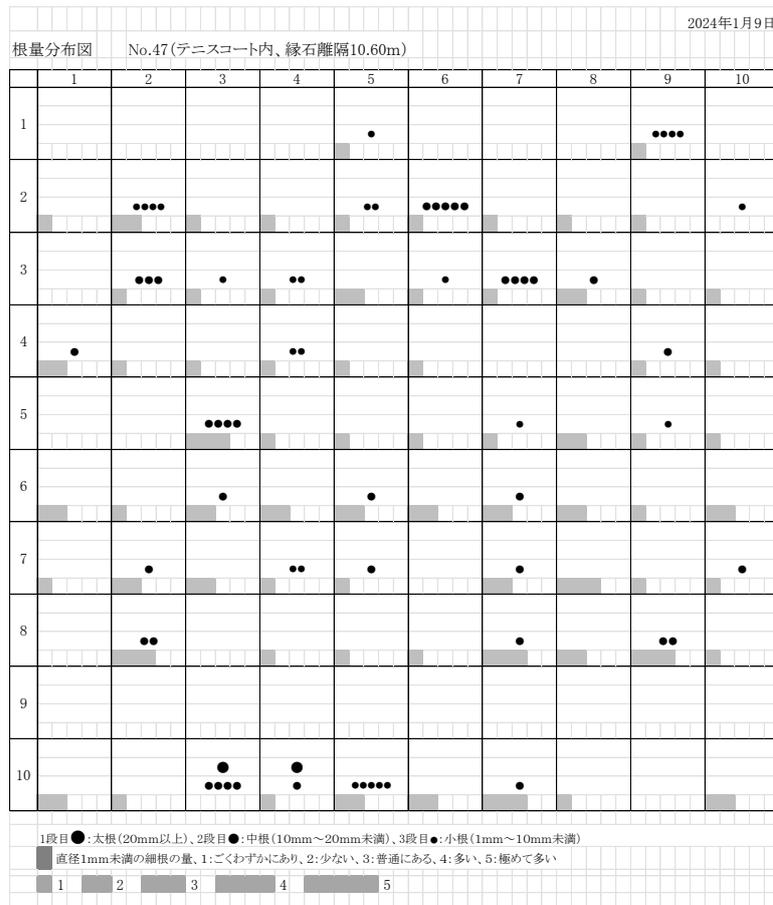


図 2-13 根量分布図

**【根の状況】**

掘削深さ：1mまで

全体的な根の状態：締め固めが強く酸欠状態で下方から上方に向かって根の先端が伸長。

最も太い根の直径と出現深さ：16mm、深さ100cm

直径20mm以上の根の本数：なし

比較的根の多く見られた深さ：20~70cmと塩ビ管の下の層

最も深い根の見られた深さ：1m（直径16mm他多数）

**【土壌の状況】**

土壌の性質：多量の瓦礫混じりの風化火山灰、1m以下まで人為的攪乱。

夾雑物：角礫、土丹の塊、レンガ。塩ビ管と電線管の埋設あり。

締め固め：掘り進めるのがかなり困難な硬さ。下水臭あり（還元状態を示す）。

### 3. 考察

#### 1) イチョウ並木の立地条件の概況

- ・箱根山、富士山、浅間山、赤城山、白根山、男体山など、関東平野の西側と北側を囲むように位置する火山群から噴出した火山灰が長い時間をかけて堆積し、その火山灰の厚い層が関東平野の台地を形成している。この台地の土壌は「関東ローム」の通称をもっている。
- ・関東平野の台地は幾つかに分けられるが、明治神宮外苑の立地する場所は武蔵野台地と名付けられた東京都多摩地方や埼玉県南西部を構成する台地の東端近くである。
- ・関東ローム層の火山灰層は風化の進んだ状態であり、通常は上層（A層）に安定的な有機物を多量に含んだ黒色土（黒ボク土）があり、下層に有機物の少ない赤褐色を呈したB層（心土、「赤土（あかつち）」ともいう）がある。
- ・一般的には、火山群に近い西部や北部よりも茨城県や千葉県のような南東部の方が風化が進み、またときには黒ボク土層（黒色土層）が欠けたり、淡色を呈する淡色黒ボク土になったりしている。
- ・2023年調査で明らかになったのは、イチョウ並木のテニスコートとの境界フェンスまでの土壌は、基本的にはこの関東ローム層であることである。
- ・ただし、土壌断面を設定した場所を見る限りでは、埋設工事等によるかなり強い人為的攪乱を受けており、石礫が多く混じり、塩化ビニールパイプ、コンクリート塊、パーライト粉、ビニール等ゴミのなど人工物も混入していた。

#### 2) 2024年根系断面調査で観察された土壌の状況

##### 【調査方法の概要】

- ・4列並ぶイチョウ並木のうち、調査対象とした12本のうち、No.6を除く11本についてはイチョウの生育する緑地と歩道の境界縁石から西側に離隔約10~11mの位置に根系の観察断面を1箇所設置した。
- ・No.6は室内コートと駐車場に隣接する緑地帯の幅が広く、前年調査でφ10cm以上の太い根が見られたことから、観察範囲を広く取り、縁石離隔8.2~15.28mの範囲で断面調査を2箇所行い、さらに2箇所ですべての根の伸長を確認する追い掘り調査を行った。
- ・観察断面の深さは1mまでとしたが、土壌の掘り取り作業により1m以下に根が見られたNo.6の緑地内の断面では深さ1.1mまで土壌を掘り取り、根の伸長状況の確認を行った。
- ・また、テニスコートと室内コートのそれぞれで、根系断面調査でもっとも太い根が見られた木（No.34, 43, 9）に対しては、太根の見られた基部側から先端まで、追い掘り調査も実施した。

### 【調査結果の概要】

- ・テニスコート内で土壌を掘削し確認できた範囲では、イチョウから 10~11m程度西側の土壌は、荒木田土層の表層から 80 cm~1m程度の深さまでは、人為的な攪乱を強く受けていた。これらの層はいわゆる建設残土であり、自然の土壌はほとんど残されていなかった。
- ・テニスコートの縁石離隔 10~11mの距離には、L字型側溝が設置されている（約 30 年前にグレーチングの U字溝から変更とのこと）。
- ・埋設工事等の人為的な攪乱を受けると夾雑物を含む建設残土や山砂で埋め戻されるのが一般的であるが、ここでは食器と思われる陶器や瓦や陶管、素焼きの大型の破片、土丹塊（沖積地の下層などに見られる固結・半固結の粘土層由来の粘土塊）、大型のコンクリートガラ、木炭、さびた鉄筋、ビニール袋、ビニールひも、ガラス片、プラスチックを含む燃えがら等が混入していた。出現頻度が多かったのは、やや大きめの陶器の破片であった。
- ・また、かつての基礎と思われるコンクリートの層、埋没したアスファルト舗装、広範囲の砂利層なども場所によっては見られた（No.6, 34 他）。
- ・夾雑物を含む層は、比較的黒い土と赤い粘土質の土（色の濃淡が異なる）が混在した土壌であった。場所と深さにより、その混合の割合は異なっていた。
- ・攪乱の理由は、おそらくテニスコート造成時（もっとも早い時期に整備されたコートは S32（1957）年）のレベル合わせや、近年の側溝設置直しや配管の埋設工事等によると考えられる。
- ・No.6 の西側緑地内には石礫や大型のコンクリートガラ、コンクリート製の構造物や配管など多くの（大型のものも含む）人工物が埋設されているので、場所によっては、繰り返し人為的な攪乱を受けていると考えられる。
- ・第一コートのあるエリアでは排水不良と聞くが、一因として、荒木田土層の下にある締め固まった碎石層や埋まったままになっているコンクリート基礎等により、下方への水の浸透が阻害されている可能性が考えられる。
- ・以上のことから、テニスコート内も室内コート・駐車場も程度の差はあれ、深さ約 1m までの層は繰り返し人為的な攪乱（掘削と埋め戻し）を受け、表層から 40~50 cmまでの、根が生育していることの多い深さの土壌に人為的攪乱が見られることが明らかとなった。

### 【イチョウの根系の生育する土壌条件】

- ・土性（土壌を構成する土粒子の大きさと、それらの混じり具合による分類）は、指感では、埋め戻しの建設残土に砂が多く混入している場所では砂壤土（粘土と砂の混合状態であるが、砂をやや多く含む）あるいは壤土（粘土混じりの砂で、粘着性は弱い）と判断された。
- ・しかし、多くの場所では、関東ロームの心土にしばしば見られる軽埴土（砂はないか少

なく粘土の多い埴質であるが、粘土構造に微細な孔隙が多く粘性は一般的な粘土より小さい。湿ると重粘であるが乾燥すると軽く風食を受けやすい)であった。

- かつては、新鮮なアルミニウムを含む火山灰土は農業生産には向かない不良な土とされてきたが、孔隙に富み保肥性や保水性に優れた粘土で構成された物理性のよい土壌なので、イチョウのような緑化木の生育には、むしろ適した土壌と言ってよい。
- 土壌構造は、締め固めの強い場所では、角塊状（掘ると大きな土塊となり、割ると角が鋭利）になっていた。
- 重い粘土がかたまりになった一部では、壁状（土壌構造が発達していなく、鋭利な刃物で表面を削ると削り面が凹凸のない平らになりつやが生じる）の部分も見られた。
- 混入する夾雑物等により比較的締め固めの弱い部分や、層の境界部では亜角塊状（大きな土塊にならず、割ったときに角が丸みを帯び、固結していない）であり、掘り上げた大きな塊に亀裂が生じやすく、細かい塊になっていた。
- 下層（心土）はやや硬く締まっていたが、土壌構造は角塊状から亜角塊状であった。
- 荒木田土層は約 20 cm の厚みがあり、強い圧密を受けて層状になっていたが、圧密の程度は場所によって若干異なっていた。
- 荒木田土層 20 cm のうち、下部の 5 cm 程度は締め固めの度合いが比較的弱く、土壌構造が発達しつつある場所では、荒木田土層の下層や碎石層との境界に根の侵入が見られた。
- クレイコートでは表層硬化、霜柱防止、塵埃防止のために塩化カルシウム（塩カル）が定期的に散布されているが、以下の理由によりイチョウの根に対する影響はそれほど大きくないと考えられる。
- ①イチョウは比較的アルカリ性に強い樹種であることが経験的に知られていること、
- ②根の生育している土壌は孔隙に富み排水性がよいため、アルカリ性が強めの溶液が長時間、根の周囲に停滞する可能性は低いこと、
- ③関東ロームに含まれる粘土（アロフェン）は CEC（塩基置換容量）が高く、粘土粒子がカルシウムイオンやナトリウムイオンを保持する能力が高いため、散布された塩カルは土壌粒子に吸着され、影響を比較的受けにくいと考えられること、
- ④観察できた範囲では、ほとんどの細根が外生菌根菌と共生している様子なので、菌根の菌鞘（根の表面を厚く覆う菌糸の層）によりイチョウの根が保護されていること、
- ⑤外生菌根菌は、多種類の植物が生育する有機物の多い環境での他の雑菌との競争は苦手とするので、むしろ日本産の多くの植物のあまり好まないアルカリ性寄りの環境の方が外生菌根菌は暮らしやすく、共生には好条件と考えられること、などである。

#### 【No.43 の追い掘り調査で明らかとなった土壌の状況】

- フェンス寄りの位置は、埋設工事等が行われることが多かったようであるが、No.43 の掘削で観察できた範囲では、テニスコートのエリアでは、（コートにより時期が異なるが 1957 年オープン時とすれば 70 年前、1977 年頃とすれば約 50 年前）テニスコートの整

備工事のため、イチヨウの根の伸長している範囲に 80 cm~1m程度の覆土をされたと考えられる。ただし、その後、テニスコート内では外側よりも攪乱の頻度は少なく、No.43の根の末端の生育する付近の土壌を見る範囲では、地山（人為的な影響を受けていない地盤）の関東ローム心土の深い層が、掘って締め固めを受けたりする人為的な攪乱を受けた可能性は低いと考えられる。一方、同じ場所で「東京オリンピック 2020」関連施設整備中に沈下が起こったとする写真を見る機会を得た。この場所には過去に何らかの地下工作物があり、撤去後地山土で埋戻しがされたが、比較的軟らかな土壌であったことから、そこに根が伸びたと想定される。

- ・縁石離隔 16.5mのテニスコート内では、地表から深さ 2.2mまでの土壌では、肉眼で見える大きさの小さな穴や、根がかつて生育していた痕跡を示す細長いすじ（根の入っていた管状空洞の壁は、有機物により着色していて黒色であることが多い）、菌糸束が多数見られた。深い層まで物理性に優れた土壌である共に柔らかさがあるため、太く伸長できた根が、2.2mと深い層でも生き続けられたようである。
- ・ちなみに、深い土層は乾燥のかなり強い時期でも水分を保っていることが多いので、深い層に根をもつ木は、一般に、乾燥害を受けにくいと考えられている。
- ・以上のことから、覆土される前に根が生育していた地山の層は優れた物理性（通気透水性、保水性）を保ったまま、長年、根の生育空間として利用され続け、その結果、乾燥の強い時期や表層近くの根の機能が工事等により失われた直後には特に、樹勢の維持に大いに貢献してきたと考えられる。

#### 【No.34 の追い掘り調査で明らかになった土壌の状況】

- ・No.34の根の追い掘りでは、先に行ったNo.43とはかなり土壌の状況が異なっていた。
- ・約 1mの深さまで人為的な攪乱を受けているのは同様であったが、この場所は、縁石離隔約 15mまでは、荒木田土層の下に、厚さ約 20 cmの砂利層が見られた。
- ・砂利層は面的に広がっていたので、過去（遊園地あるいは学習院女子部時代？）の園路等の敷石が埋設された状態で残っている可能性が考えられる。
- ・一方、荒木田土（河川沿いや湿地の粘土）の表層はしばしば転圧されていても、表層以下の層では、もともとあったごくわずかな隙間や粘土の乾湿による膨潤と収縮の繰り返し、細根の侵入等により、土壌の構造が徐々に発達し、根が侵入し生育できる亀裂が発達しつつあった。
- ・ただし、締め固めがNo.43よりも強く、表層近くに根の伸長できない夾雑物の層が広がっているために、根の生育できる範囲が限られ、結果として、遠くまで伸びる必要があったようである。
- ・以上のことから、人為的な強い圧密等により通気透水性の悪化した部分では根は影響を受けているが、土壌の物理性や化学性のよい場所を選んでイチヨウの根は伸長しているので、全体としては生育にそれほど支障のない土壌条件であると考えられる。

### 【No.6の追い掘り調査で明らかとなった土壌の状況】

・調査結果を総合的に判断すると、No.6 エリアはコンクリート製構造物やヘデラ側の旧舗装通路等があり、過去に地盤の改変が複数回行なわれた場所と考えられる。No.7-8 間、No.9 にも管が見られ、室内コート側はテニスコート側に比べ、室内コート工事もあり、改変が多いと想定される。No.6 の深さのある太い根は、改変以前にある程度伸びていたと考えられるが、コンクリート製構造物の下部では水分や養分の供給が不足するため、近接の北側の緑地側に根を伸ばすと想定されるが、実際には観察されなかった。深い根も上部が良質な関東ロームであれば上部にも分岐もしながら根を伸ばすと想定されるがそうでは無い結果となった。西側の舗装面でも太い根は見当たらず、約85 cm下部にパイプが見られた。配管は北から南に平行して伸びているようで、時期は不明であるが、配管時には深さ1 m以上の重機掘削がされたと考えられる。室内コート側の調査位置は全て配管がみられ、仮に根系があれば、深さ1～1.2m程度は切断されたと考えられる。No.6 の太根の追い掘りに対する最大伸長としては明らかになっていないが、北側に見られず、西側にも見られず、南側は水槽が載る広い土間である。西側の他の舗装面も仮に伸びていたとしても、配管による根系切断も考えられることと舗装面が続くため、根系伸長に適した場所とは言えない。結果的に、No.6 の根の太さがNo.43,34と同程度であることと、過去からの土壌環境を考えると、室内コート側よりは良好な土壌環境のテニスコート側根系伸長結果から判断することが妥当であると考えられる。

### 3) 2024年の根系断面調査で観察された根の状況

#### 【イチョウの根の量】

- ・調査対象木によって近くに立つ木の種類は異なるが、生け垣内にはカイヅカイブキ、クロマツ、アカマツ、サクラ、スダジイ、モチノキ、ツバキ等がある。テニスコートや車道沿いにそれらの根も混在して見られたが、根量が圧倒的に多かったのはイチョウの根であった。
- ・2023年調査では、イチョウにかなり近い位置を掘ったにも関わらず、予想されたほど太い根が多く出現しなかった。その理由は、生け垣フェンスの東側の位置での配水管の埋設工事や生け垣内の電柱の設置工事の際の切断が影響していると考えられる。
- ・一般的に、大多数の根が生育する深さは、土壌が硬くしまっていなく、通気透水性がよく、根がさかんに呼吸できる条件であることの多い40～50 cm程度までである。
- ・しかし、2024年の調査でも、テニスコート内の表層から約1mの深さまで、全体的に根の量は少なく、太い根は浅い層でもほとんど見られなかった。見られるのは細い根がほとんどであった。
- ・おそらく、過去の工事の影響によりかなりの量の根を失ったものの、20年程度かけて徐々に再生してきた状態にあると考えられる。

### 【土壌の物理性と根の発達】

- ・ただし、地山は孔隙に富む火山灰土で通気透水性のよい土壌であるため、多くの断面では1mの深い層でも、ごくわずかであるが細根が認められた。
- ・強い締め固めを受けている場所がほとんどなので、根は隙間を探し出して伸長していた。その結果、マット状の細根（狭い亀裂の中で発達した根。亀裂の方向によりタテ・ヨコのいずれも見られた）や太くなってからも平坦な形状の根、酸素を求めて下方から表層に向かって伸びる根（根の先端が上に向いている）が多く見られた。
- ・一般に埋め戻しに使用される建設残土中の夾雑物は、木の成長にとっては不要なもので、ない方が望ましいと考えられる。
- ・しかし、今年掘削したテニスコートのフェンス寄りの位置のように、全体としては強く締め固められている場所でも、大型の夾雑物が混入していて埋め戻しの転圧の際にわずかながら隙間が生じた場所では、その隙間に向かって根が伸長している状態が多く観察されたため、締め固めの強い酸欠状態では、このようなわずかな隙間が根の伸長と生育には重要な役割を果たしてきたものと考えられる。
- ・また現在は生きた根は見られないが、枯死した根の痕跡や小さな穴、すじ(有機物によって黒く着色されている)は深い層まで多数見られたので、太い根はほとんど出現しない深さであっても、かつては根が生育しており、今後も根の生育空間として利用できる可能性を示すと考えられる。

### 【イチョウの根の生育範囲】

- ・樹木は、地上部では枝や幹の先端を先に先に延ばしつつ、長年成長を続けていく生物であるが、自然状態で生育する木の根の伸長過程について観察する機会はほぼない。
- ・既存の文献に参考となる資料はあるが、多様な環境と樹種の組み合わせによる変化も大きいので、依然として不明な点が多い。
- ・今回は、根系断面調査の際に、深さ 80 cm の下層から直径 77 mm の太い根が出現したために、その根の先端部まで根の周囲の土壌を掘り取り、根の進路にしたがって追う機会を得た。
- ・その際に、熟練の作業者をもってしても根の追い掘り作業にはかなりの困難が伴ったが、その理由はイチョウの根の太さがほとんど変化しないまま長距離を伸びていたうえ、根の進路が上下左右に細かく微調整され、しかも時として大きく進路を変えることであった。
- ・太い根が直角に曲がって見えるケースも少なくなく、ある場所で直下に深く根が沈降するケースも見られた。また、深さにして、20~40 cm 程度 (No.43 では 1mあまり下降)、短距離で根が上昇または下降した例も数カ所見られた。
- ・そのような現象が生じる原因について推察すると、以下の理由が考えられる。

- ① 土壌の土性（土壌に含まれる粘土や砂の量の多さ、その結果として肥沃さも異なる）や構造（締め固めの程度）のわずかな違いにより、根が少しでも条件のよい場所を選んで伸長した結果としてこのように複雑な根の形状となった。
  - ② イチョウの根は先端部の分岐の数が多いので、小さな隙間があり、細根を侵入させることのできる位置にはあらゆる方向に細根を伸ばしたが、生育に適さなかった場所では早々に根の先端が枯死し、たまたま条件のよい位置に伸長することに成功した根が長く生き残り太くなった結果として、現状のような複雑な形状の根系となった。
- ・ No.43 の場合、末端近くの根が 2 本とも縁石離隔 16m の辺りで直角に下方に伸びているのは、前述のように過去の深くまでの埋戻しによる柔らかさがあり、下方に伸びた根が生き延びて成長した結果として、このような形状になったと推測される。
  - ・ いずれにしても、外苑イチョウ並木で観察できたのは、イチョウの根は締め固めの強い層でも隙間があれば侵入する能力が高く、根の分岐が多い性質を持つので、締め固めの強い土層が存在する場合でも、締め固めが弱く、呼吸の可能な場所を探し出して先に伸びて行き、結果として、木から遠く離れた位置で生育していると考えられる。
  - ・ 根が生育しているのを確認できた範囲までは、根が生育空間として利用しているのは確実であるが、さらに土壌条件が厳しい場所があるとすれば、22m よりも先に伸びている可能性も否定はできない。
  - ・ また、断面調査の結果、80 cm~1m 以下の層では太い根が生育している可能性は十分に考えられる。建築工事の影響は下層まで含めて考える必要があると考える。

#### 4) 根の果たす機能

- ・ 樹木の根系は、大きく分けると養水分を吸収し生理的に機能する吸収根と、樹体を支持する力学的に機能する支持根の 2 つに分けることができる。
- ・ 太い根は支持根であるが、太い根が切断されると当然支持力は低下する。ドイツの生体力学の研究者による試験例では、直径 40mm あまりの根では 8t の引っ張り強度が認められたとのことであるので、太根を何本も切断すると、樹体の支持力はかなり低下すると考えておく必要がある。
- ・ 注意が必要なのは、切断された根は徐々に腐朽が進んで支持力が低下するので、倒木や傾斜が生じるのは切断から長時間経ってからのことが多く、根の切断による危険の予測は非常に困難なことである。
- ・ また、太根が切断されると、太根の先端にある吸収根も失うことになるので、養水分の吸収機能も失うことになり、影響を受ける範囲が大きい場合は、樹勢への影響も甚大となる。
- ・ 細い根は、太い根と比較すると再生しやすいが、根を失って樹勢の衰退している木は、新たな根を再生させる能力も低下しているのが普通で、根を失ったまま再生できず、衰退が止まらない例は少なくない。

- ・吸収根を十分にもたない樹木は養水分の吸収が困難となり、枝葉の維持も困難となる。そのような樹木は光合成が十分に行えず、ストレスや病虫害への抵抗性が低くなることが多い。
- ・今回調査対象としたイチョウ並木も、周囲で大規模な建築工事が行われ、地下水脈にも少なからず影響が生じることが予想されるので、根の切断量を可能な限り少なくし、先端近くの吸収根をできるだけ多く維持させておくことが、水ストレスやその他のストレス（近年常態化している小雨、豪雨、高温・乾燥などの気象条件によるストレス等）への抵抗性を高く維持することにつながると考えられる。

#### 4. 対策の検討

##### 1) 2024年根系調査の結果をふまえた掘削位置の決定

- ・2023年の土壌・根系調査により、当初計画の位置（イチョウの東側の縁石離隔約8m）で地中深くまで掘削した場合、イチョウのかなり太い根を切断せざるを得ないことが判明した。
- ・2024年にテニスコート内でのイチョウの根の状況を確認したところ、テニスコート側では、最も西側に太根が伸長していたのはNo.34で、追い掘りの結果、縁石離隔22.0mまで根の伸長が確認された。
- ・室内コート・駐車場車道では、No.9の太根が最も西側に伸長しており、根の先端部の縁石離隔は14.0mであった。
- ・さらに、貴重な樹木を保護する際に重要なのは、木から建築ラインまでの距離ばかりでなく、根の生育している土層の深さにも配慮が必要なことである。
- ・このイチョウ並木の場合、場所によって状況は異なると思われるが、西側のテニスコート内には物理性に優れた土壌が少なくとも3mの深さまでは存在することが確認されている。少しの距離の差でも、容積にすると大きな違いが生じ、それが根の生育に与える影響は少なくないと考えられる。
- ・したがって、イチョウに対する影響を最小にとどめるためには、可能な限り、根の確認された範囲内では、建築工事を行わないのが望ましい。
- ・可能な限り建築ラインを西側に移動したとしても、太い根やその先端をまったく切断しないですませることは避けられないと予測されるので、以下に述べるような影響の保全策が不可欠である。

##### 2) 根の保全策

- ・最終的に建築工事による切断位置が決まり、その位置に直径20mm以上のイチョウの根がある場合、根の切断による吸収機能の喪失や、傷口からの腐朽菌の侵入等のダメージを軽減し、将来的な樹勢衰退や倒木の原因となる根株腐朽を予防するために、あらかじめ発根促進処理を行っておく必要がある。

- ・具体的には、樹木の移植の際に行う根回し技術を用いて、根をいきなり切断するのではなく、切断の約1年前に直径30mm以上の太い根に対しては環状剥皮を行って切断前の発根を促す。折り曲げ可能な細い根は、切断せずに根鉢になでつけて保存する。
- ・根回し作業では、発根した細根や折り曲げた根を保護し、根の活性を高めるために、ビニルシートなどの遮根シートと良質な堆肥を埋め戻しに用いて発根を促すとよい（林試移植法A法を参照）。

### 【保全策の具体案】

直径30mm以上の根が4本以上あるところは0箇所、直径20mm以上の根が4本以上あるところも0箇所であった。当初のアセス判断基準に基づき、10.5mの位置で直径30mm以上の根については鋭利に切断することも可能と判断できるが、30mm以上の根が複数存在していたため、30mm以上の根は環状剥皮を行い、30mm以下の根は鋭利に切断し、発根促進剤等を散布と根系伸長域の確保を行うことで、イチョウの保全に向けた対策ができると考えられたが、イチョウへより良い環境を与えるため、以下の保全策を策定した。

下図のNo.43とNo.34の根系伸長推移を確認すると30mm以上の環状剥皮目安となる根の太さは17m付近となる。そこで17mラインで環状剥皮を行い、パーク堆肥+畦シート+根系伸長余地を取ることで、No.34の切断影響を最小限に抑え、No.43の根系は全て保護することが可能である(30mm未満は鋭利に切断し、殺菌剤塗布)。また、現在テニスコートとなっている土壌域を10.5m～17mに掛けて表層20～30cmの固結層については良質客土に置換し、その下層1mまでは水圧式の土壌改良等を行うことにより、アセス判断基準に基いた10.5m地点での処置と比較して、根系の伸長可能な領域を現在の緑地幅(10.5m)より60～70%も緑地幅を増加させることができ、緑地との境界である10.5mラインで多く見られた細根もより西側へ充実した根を伸ばすことが可能となる。さらにイチョウの年間調査を踏まえ、イチョウ並木西側縁石より10.5mまでの樹勢回復措置(年間調査報告書記載)を合わせて行うことにより、既存緑地内と10.5m以降西側テニスコート内へもより充実した根が伸長することができるようになり、今後の将来に向けてイチョウにより良い環境を与えることができる。

※仮に17m地点で30mm以上の太根が出現した場合においても、適切に環状剥皮等の処置を行うことにより、健全な樹木の保全を図ることは可能である。



- ・掘削する1年位前に、掘削ラインに沿って幅70～80cmくらい（人が中に入ってギリギリ作業できる幅、可能であれば50cm程度にできれば望ましい）、深さ150cmの溝を掘り、出現する根を傷めない様に丁寧に掘削する。
- ・環状剥皮は、並木側壁から幅15cm程度とする。
- ・維管束形成層まできれいに削りとるが、養水分の通導を担う木部は傷めないように注意する。
- ・土を掘り上げた溝の並木側の壁から30～50cmの幅で、矢板を打つラインにかからないぎりぎりの線で、波板、木製板あるいはその他の資材を、深さ150cmまで垂直に立てる（仕切り板）。
- ・直径20mm以上で溝を超えて伸びている根は、仕切り板を設置する際に切断せず、資材に穴を開けるか、切れ込みを入れて貫通させる。
- ・仕切り板と並木側の壁との間に、あまり締め固めることなく改良土を充填する。
- ・改良土は、現場発生土から夾雑物を取り除き“良質な”堆肥を30～50%（容積で）混ぜたものとする。
- ・改良土で埋め戻す前に、長さ1.5mの割竹（太さ5cm～7cm程度、中の節を取り除いて再結束）を、並木側と仕切り板の間に2m間隔で立てる。
- ・割竹の挿入は深い層での通気透水性の確保を目的とする。
- ・改良土で埋め戻す際は、溝の仕切り板の外側も、現場発生土で同時に埋め戻し（常に同じ高さとなるように）、仕切り板に土圧がかかって土壌が膨れ出さないようにする。

### 【建物壁面位置の設定】

イチョウの根系保護範囲を敷地境界から17mまで確保すると建築の外壁位置については、工事期間中の仮設や地下躯体構築のための掘削、及び環状剥皮工の施工幅や更なる根系伸長余地も考慮し、更に根系保護範囲より1.3m（バーク堆肥・畦シート0.3m＋根系伸長余地1m）西側に設定することが適切であると考え。【保全策の具体案】に記載した17mラインでの処置とを勘案すると $17\text{m} + 1.3\text{m} = 18.3\text{m}$ 、即ちイチョウ並木西側縁石より18.3mの箇所が建物壁面位置の設定として適切であると考え。また、建築工事中においても17mより先はバーク堆肥・畦シート・若干の根系伸長余地を0.5m程度考慮し、17.8mは保全をすることが適切であると考え。

### 【作業上の注意事項】

- ・建設作業に必要な空間を確保するために土壌を掘削する際、その部分まで保全すべき木の太い根が伸びていると想定される。そのような場合の注意点は以下の通りである。
- ・環状剥皮した根は、剥皮部分より先端側の根の機能を維持することが重要であるので、露出した部分を傷つけないように注意する。
- ・作業用に掘った溝の保存側の壁に出現した細い根は、可能な限り切断せずに垂れ下から

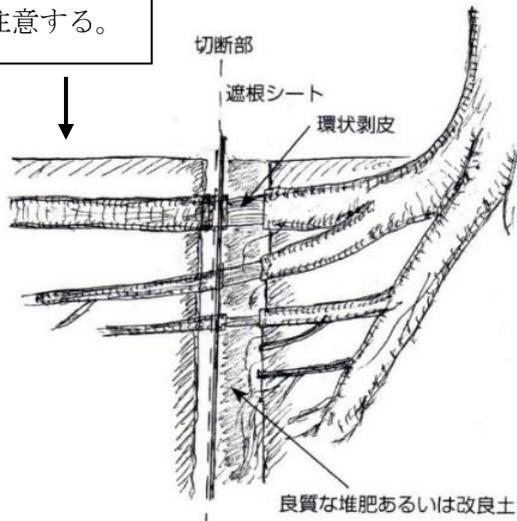
せるか、壁に沿うように折り曲げる

- 矢板を打ちこむ直前に、環状剥皮した根を傷めないよう、根回し資材の外側（矢板との間）の土壌を掘り出し、根回し資材よりも西側に伸びている根を鋸で丁寧に切断する。
- 矢板で直接根を切断することのないよう、また、根回し用資材が矢板で破壊されないよう、丁寧な作業が求められる。

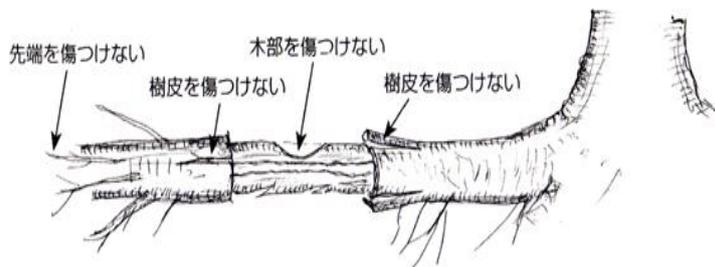
#### 【根系保護範囲内の歩行空間における仕上げのあり方について】

イチョウ根系保護範囲における歩行空間となる部分において、表層歩行部分は雨水の透水性が保持されることが必要であり、浮き床舗装（ウッドデッキ等）、アスファルト透水性舗装、インターロッキング舗装等が考えられる。また下層基盤部分は耐圧性を有しながら根系の伸長が可能な根系誘導耐圧基盤（SSM）を用いることが必要である。イチョウ並木の西側 1 番、48 番の南北妻側部分においては、縁石離隔 17m の環状剥皮ラインと球場基礎部分の 18.3m ラインを考慮しながら根系保護範囲の設計を具現化することが必要である。

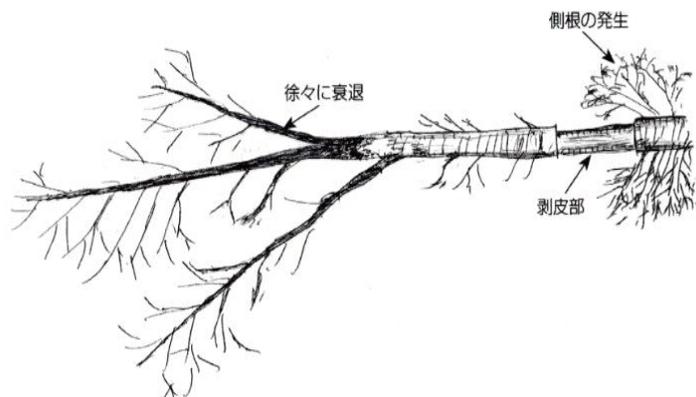
この部分の根が重要。  
重機等で根を傷めたり  
しないよう注意する。



建築工事に伴う断根に対する事前の発根処理



環状剥皮の技術的注意点



環状剥皮部付近からの新根の発生と先端部の衰退

出典：絵でわかる樹木の育て方

### 3) 日常の維持管理

- ・イチョウに限ったことではないが、樹木にとって、葉は生育のための糖などを生産する光合成の場として重要な器官である。落葉樹が翌年の春、順調に葉を開いて生育を始めるためには、充実した越冬芽の形成とその発芽が不可欠である。
- ・そのためには、前年の夏頃までには越冬芽を形成し、その芽を開くためのエネルギーを蓄積しておく必要がある。そのエネルギーを生産するのは葉である。したがって、樹体に着いている枝葉に無駄なものはないと考えてよい。
- ・また、養水分を吸収し、力学的に樹体を支えている根系は、地中で生育しており、自ら光合成を行う機能をもたない。したがって、葉が生産した糖のうち、地上部での生命活動に使用した余剰を分け与えられて、根は生育している。換言すると、地上部が十分な糖を生産できていなければ、根に送られる糖の量も減少し、そうすると根系はエネルギー不足となり、衰退せざるを得なくなる。
- ・根系の維持には、地上部の葉が十分な光合成をし、それが根に送られ続ける必要がある。
- ・広い植樹に植えられ根系の発達した樹木と、狭小な植樹で生育し根の発達が阻害されている木とを比較すると、生長量、病虫害、気象害等のストレス全般に対する抵抗性や倒木のしやすさに大きな差が見られることは、経験的に広く知られる現象である。
- ・しかし、イチョウ並木では景観づくりを目的として、長年強めの剪定が行われている。
- ・並木の木の樹勢状態には差があるが、近年、初夏から晩秋にかけて、長期の高温乾燥が一因と思われる樹勢の衰退した木が数本見られる。
- ・今後の建築工事により、根の切断等、イチョウにさらに負荷をかけることが予想される。
- ・枝葉量の少ない樹木は糖の生産量が少なく、そのような樹木はストレス耐性が低くなり、病虫害や腐朽、気象害に対して抵抗力が弱くなり、複合被害を受けやすくなる可能性が高い。
- ・今後の剪定管理では、可能な限り枝葉量を多く保たせ、それにより根系の充実をはかることで、樹勢の維持に努める管理を行うことを強く勧めたい。

#### 参考文献：

- 堀大才『絵でわかる樹木の育て方』講談社（2015）  
堀大才『新版 絵でわかる樹木の知識』講談社（2023）  
堀大才編著『樹木診断調査法』講談社（2014）  
堀大才編著『樹木学事典』講談社（2018）  
東京農大環境緑地学科・樹木生態研究会編『樹木の形の不思議 第2版』、  
東京農大出版会（2016）  
苅住昇『最新 樹木根系図説 各論』誠文堂新光社（2010）  
藤原俊六郎他『新版 土壌肥料用語事典 第2版』農文協（2010）  
深澤遊『枯木ワンダーランド』築地書館（2023）

## 樹木の保存（移植）に関する参考資料

### 1. 樹木の保存法

近年は、再開発地に樹林、樹木がある場合、その一部であっても、保存されることが多くなってきた。さらに、過去の保存事例を見ると、ほとんどの場合、根や枝の切断が避けられない移植保存よりも、現地保存の方が樹形や樹勢のよい状態で保存されている。したがって、樹木を保存する場合、可能な限り、まずは現地保存することを検討したい。

それがどうしても不可能な場合、移植による保存を検討することになるが、その際は、活着率を高めるために十分な大きさの根系をもった根鉢を形成する必要がある、そのためには、すべての樹木を移植することは不可能となり、隣接木のいずれかを選択せざるを得なくなる。

明治神宮外苑の場合、イチョウ並木に隣接するスダジイの大木の移植が検討されていると聞かすが、このスダジイを移植するためには、相応の大きさの根鉢を形成する必要がある。スダジイを移植しようとする、並木のイチョウの根系をかなり切断せざるを得なくなり、さらに移植されるスダジイの状態も確実に劣化する。

そうすると、全体の保存本数は確保できるが、現地保存されるイチョウの状態は確実に悪化する。上述の通り、近年は、安全性を考慮して、倒伏や枝の落下の可能性の恐れがあると感じられた樹木はすぐに伐採されることが多く、樹木に負担の大きい方法で保存した樹木は、長くは維持できないことが高い確率で予測されることから、イチョウに近接するスダジイ等の大木の移植は行わない方がよいと考える。

ただし、樹勢状態がよく樹形がコンパクトで移植作業によるイチョウの根のダメージが少なくすむ樹木は移植による保存も検討し、丁寧な根回し作業を行って保存するのがよいと考える。



### 3. 移植保存を検討する際に考慮すべき事項

#### 1) 樹種特性

これまで長期にわたり緑陰を提供し、景観を向上させ、歴史的な遺産でもある樹木や並木は、現状維持で保存することを第一に考えるべきであるが、その場合もできるだけ長く健全に生きられるような方策を検討すべきである。しかし、生育地の周囲で建築工事が行われる木は、移植であっても現地保存であっても、工事期間中はかなり強いストレスを受けることになると予想される。

工事期間中は、重機等を用いた作業による損傷を避けることが重要であるが、建築現場では時間的、空間的な制約等から、樹木に対し十分に配慮した作業を進めることは困難である。

特に、移植される樹木は、地上部では運搬のために枝葉を切除され、地下は吸収根の多くが切除されたり、損傷を受けたりすることが多いので、生理的、物理的にダメージを受けることになる。そのようなストレスを受けた場合、たとえ活着しても衰退し、傷口から腐朽菌が侵入し、腐朽が進行することが少なくない。

スダジイは傷をつけると腐りやすい樹種なので、移植後に長期的に健全な状態を維持するのは困難になると判断される。

さらに、樹種によって、枝葉を失った後の枝葉の再生力は異なる。例えば、生け垣内にあるクロマツは太い枝を切ると、胴ぶき枝（幹や枝の途中から発生する新たな枝葉）や切り口近くからの新梢がほとんど伸びない性質をもつので、枝の切除により著しく衰退することがあり、その点にも注意が必要である。

	
<p>立派な木だったので現地保存されたスダジイ。根元周囲の整備工事により著しく衰退</p>	<p>公園の整備工事後に枝枯れが進み、枝葉量がかなり減少</p>

## 2) 樹勢

樹木を保存する場合、樹種特性を考慮する必要があるのは上述の通りであるが、同じ樹種であっても、樹勢不良の樹木は強いストレスに耐えるのは困難であるのが普通である。あらかじめ樹勢回復を行ってから移植保存する方法もあるが、著しい衰退木は移植によるダメージがさらに大きくなり、保存には適さないことが多い。

#### 4. 移植の工法の選択

あらゆる検討を行い移植保存が決まった場合、次に考える必要のあることは、根回しや運搬の方法の検討である。以下に簡単にその違いを列挙する。

##### 【根回し法】

- **直接移植法**—事前の根回し（発根促進処理）なしで、移植時に鉢の大きさに合わせて根を切断し、そのまま根巻きして運搬する。

失う根の量が多くなるので、活着率が低くなり、その後の回復も不良であることが多い。強い剪定がなされることが多く、樹形・樹勢の保存が困難となる。

- **断根法**—運搬の鉢の少し内側であらかじめ根を切断し、一定期間置き、発根を促すことで事前に根回しし、移植時に根巻きを行う方法である。

移植時までにある程度発根していれば、移植によるダメージを緩和することができる。

直接移植法よりも、剪定量が少なくすむことが多い。

- **林試移植法 (A)**

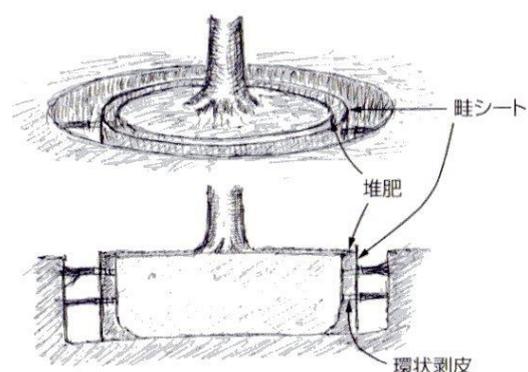
- 太さ（直径）30～50mm（根の量により処理する根の太さを決定）以上の根に対し、環状剥皮処理を行い、根鉢の中をバーク堆肥で埋め戻し、発根処理を行う。

- 樹種や樹齢、樹勢により発根のしやすさは異なるが、処理時の樹勢がそれほど悪くなく、丁寧な作業がなされていれば、多くの発根量が期待できるので、移植のダメージをかなり緩和することができる。

- 太い根を切断しないので支持力が低下せず、支柱が不要となる。支柱がなくある程度、樹体が揺れる方がエチレンが生産され、発根が促される。

- 根回し時にほとんど剪定を行わないですむので光合成量が維持され、葉量が維持される方が発根量は多くなる。

- 剪定をほとんど行わないですむので、樹形と樹勢をよい状態に維持したまま、運搬することが可能なことが多い。



林試移植法 (A)

## 【運搬法】

運搬のしかたを大別すると、場外移植と場内移植がある。

- ・ **場外移植**—公道を使って、移植地まで運搬。

道路交通法上、樹冠や根鉢は車両の幅から飛び出すことができず、外寸で約3m程度の幅しかない車両に乗せるためには、樹木の枝と根系をかなり切り詰める必要があるため、樹木のダメージが非常に大きくなることが多い。その結果、活着したとしても、回復が困難で、長期的に樹勢・樹形不良になることが多い。

- ・ **場内移植**—公道を利用せず、敷地内のみの運搬。

運搬に使用する車両や重機の種類にはいくつかの選択肢があるが、公道を使用しないために、大きさの制約がかなり小さくなり、枝張り、根張りをあまり縮小せず移植地まで移動することができることが多い。