

神宮外苑地区第一種市街地再開発事業
イチョウ並木活力度等評価年間調査業務
報告書

2023年12月

イビデングリーンテック株式会社

目次

1 . 調査概要	1
2 . 活力度調査結果	1
2-1 . 4月調査（写真撮影）	1
2-2 . 5月調査（活力度調査）	1
2-3 . 6月調査（写真撮影）	2
2-4 . 7月調査（活力度調査）	3
2-5 . 8月調査（写真撮影）	5
2-6 . 9月調査（写真撮影）	6
2-7 . 10月調査（活力度調査）	6
2-8 . 11月調査（写真撮影）	8
3 . 年間の活力度調査結果	12
3-1 . 全体の活力度評価結果	12
3-2 . 樹高と幹周について	14
4 . 総合評価D樹の要因	17
4-1 . 黄変・褐変症状の原因	17
4-2 . 都市環境によるストレス	17
4-3 . 個別の原因	22
5 . 考えられる対策	29
5-1 . ヘデラの除去	29
5-2 . 通路の除去	29
5-3 . 硬い土壌の膨軟化	29
5-4 . 灌水システムの設置	30
5-5 . 稲ワラマルチと防草シート布設	31
5-6 . 維持すべき基本樹形の再設定	31
5-7 . No29（飲食店内）に対する対策	32
5-8 . 対策と効果時間について	33
6 . 対策確認のための必要事項	34
6-1 . モニタリング	34
6-2 . 土壌水分の把握	34
6-3 . デンドロメーターの設置	34
6-4 . 気象機器の設置	35

1. 調査概要

神宮外苑の象徴である4列の「いちよう並木」の保全に万全を期すことを目的に、その活力度を把握し衰弱傾向にある樹木を抽出、原因の究明と対策を立案するため、1年を通しての調査を行うこととした。具体的には5月、7月、10月に樹木医3名による調査を行い、他の4月、6月、9月、11月においては樹木医による全イチョウの写真撮影を行った。

2. 活力度等調査の結果

以下に月別の調査結果の要点を示す。

2-1. 4月調査 (写真撮影)

調査日：4月27日

西側 No29 は葉が小さく色も薄い芽出し後であり、まだ褐変の兆候は見られない。他には西側 40 番も含めて異常は見られない。



写真1 西側 No29 (4月27日撮影)

2-2. 5月調査 (活力度調査)

調査日：5月26日から6月1日

表1に評価結果を示す。今年(2023年)は1月から3月にかけて剪定を行った年である。管理主体3者及び各々の樹木剪定業者3者が一堂に会し、西側 No68

5月評価票																													
東側										西側																			
都道側	樹勢	樹形	下部評	上部評	総合評	神宮側	樹勢	樹形	下部評	上部評	総合評	神宮側	樹勢	樹形	下部評	上部評	総合評	都道側	樹勢	樹形	下部評	上部評	総合評	港区側	樹勢	樹形	下部評	上部評	総合評
1	B	A	A	B	68	B	A	B	B	1	B	B	B	B	78	B	A	A	B	11	B	B	B	B	12	B	B	B	B
2	B	A	A	B	67	B	A	B	B	2	B	B	B	B	77	B	A	B	B	13	B	B	B	B	13	B	B	B	B
3	B	A	A	B	66	B	B	B	B	3	B	B	B	B	76	B	A	B	B	14	B	B	B	B	14	B	B	B	B
4	B	A	A	B	65	B	B	B	B	4	B	B	B	B	75	B	A	B	B	15	B	B	B	B	15	B	B	B	B
5	B	B	A	B	64	B	B	B	B	5	B	B	B	B	74	B	A	B	B	16	B	B	B	B	16	B	B	B	B
6	B	A	A	B	63	B	B	B	B	6	B	B	B	B	73	B	A	B	B	17	B	B	B	B	17	B	B	B	B
7	B	B	A	B	62	B	B	B	B	7	B	B	B	B	72	B	A	B	B	18	B	B	B	B	18	B	B	B	B
8	B	A	A	B	61	B	B	B	B	8	B	B	B	B	71	B	A	B	B	19	B	A	A	B	19	B	A	A	B
9	B	B	A	B	60	B	A	B	B	9	B	B	B	B	70	B	A	B	B	20	B	A	B	B	20	B	B	A	B
10	B	A	A	B	59	B	A	B	B	10	B	B	B	B	69	B	A	B	B	21	B	B	A	B	21	B	B	A	B
11	B	B	A	B	58	B	A	B	B	29	C	C	C	C	68	B	A	B	B	22	B	A	A	B	22	B	A	A	B
12	B	A	A	B	57	B	A	B	B	30	B	B	B	B	67	B	A	B	B	23	B	A	A	B	23	B	A	A	B
13	B	A	A	B	56	B	A	B	B	31	B	B	B	B	66	B	A	B	B	24	B	A	A	B	24	B	A	A	B
14	B	B	A	B	55	B	A	B	B	32	B	B	B	B	65	B	A	B	B	25	B	A	A	B	25	B	A	A	B
15	B	B	A	B	54	B	B	B	B	33	B	B	B	B	64	B	A	B	B	26	B	A	A	B	26	B	A	A	B
16	B	A	A	B	53	B	B	B	B	34	B	B	B	B	63	B	A	B	B	27	B	A	A	B	27	B	A	A	B
17	B	A	A	B	52	B	B	B	B	35	B	B	B	B	62	B	A	B	B	28	B	B	A	B	28	B	B	A	B
18	B	A	A	B	51	B	A	B	B	36	B	B	B	B	61	B	A	B	B										
19	B	B	A	B	50	B	A	B	B	37	B	B	B	B	60	B	A	B	B										
20	B	B	A	B	49	B	A	B	B	38	B	B	B	B	59	B	B	B	B										
21	B	B	A	B	48	B	A	B	B	39	B	B	B	B	58	B	B	B	B										
22	B	A	A	B	47	B	A	B	B	40	C	C	C	C	57	B	B	B	B										
23	B	A	A	B	46	B	A	B	B	41	B	B	B	B	56	B	B	B	B										
24	B	A	A	B	45	B	A	B	B	42	B	B	B	B	55	B	A	B	B										
25	B	B	A	B	44	B	A	B	B	43	B	B	B	B	54	B	A	B	B										
26	B	A	A	B	43	B	A	B	B	44	B	B	B	B	53	B	B	B	B										
27	B	A	A	B	42	B	A	B	B	45	B	B	B	B	52	B	B	B	B										
28	B	A	A	B	41	B	A	B	B	46	B	B	B	B	51	B	A	B	B										
29	B	A	A	B	40	B	A	B	B	47	C	B	B	B	50	B	A	A	B										
30	B	A	A	B	39	B	B	B	B	48	B	B	B	B	49	B	B	A	B										
31	B	B	A	B	38	B	A	B	B																				
32	B	B	A	B	37	B	A	B	B																				
33	B	B	A	B	36	B	A	B	B																				
34	A	A	A	A	35	B	A	B	B																				

表1 5月評価票

で基準となる剪定を行ったが、必ずしも剪定の足並みは揃ってはいない。下部評価Bは幹の傷・空洞と剪定による枝葉が少ないことが主な原因である。上部評価Bは剪定による枝葉の少なさによる。総合評価Cは西側のNo29, 40で、No29に褐変は出ていないが、黄変と葉が小さいことが原因でC評価になっている（写真2, 3, 4）。No40は既に褐変がかなり出ている（写真5, 6, 7）。



写真2 西側 No29・全景



写真3 西側 No29 中間部



写真4 西側 No29 先端部



写真5 西側 No40・全景



写真6 褐変状況



写真7 上部も褐変

2-3. 6月調査（写真撮影）

調査日：6月27日

6月の写真は写真8、9にまとめたが、西側 No29 は葉が小さく黄変の中に褐変もみられる。先端部は落葉の兆候がある。No33 は僅かな褐変が見られる。No34 は特に先端部の褐変が目立つ。No40 は全体的に褐変が見られる。



写真 8 西側の褐変等の状況（6月）

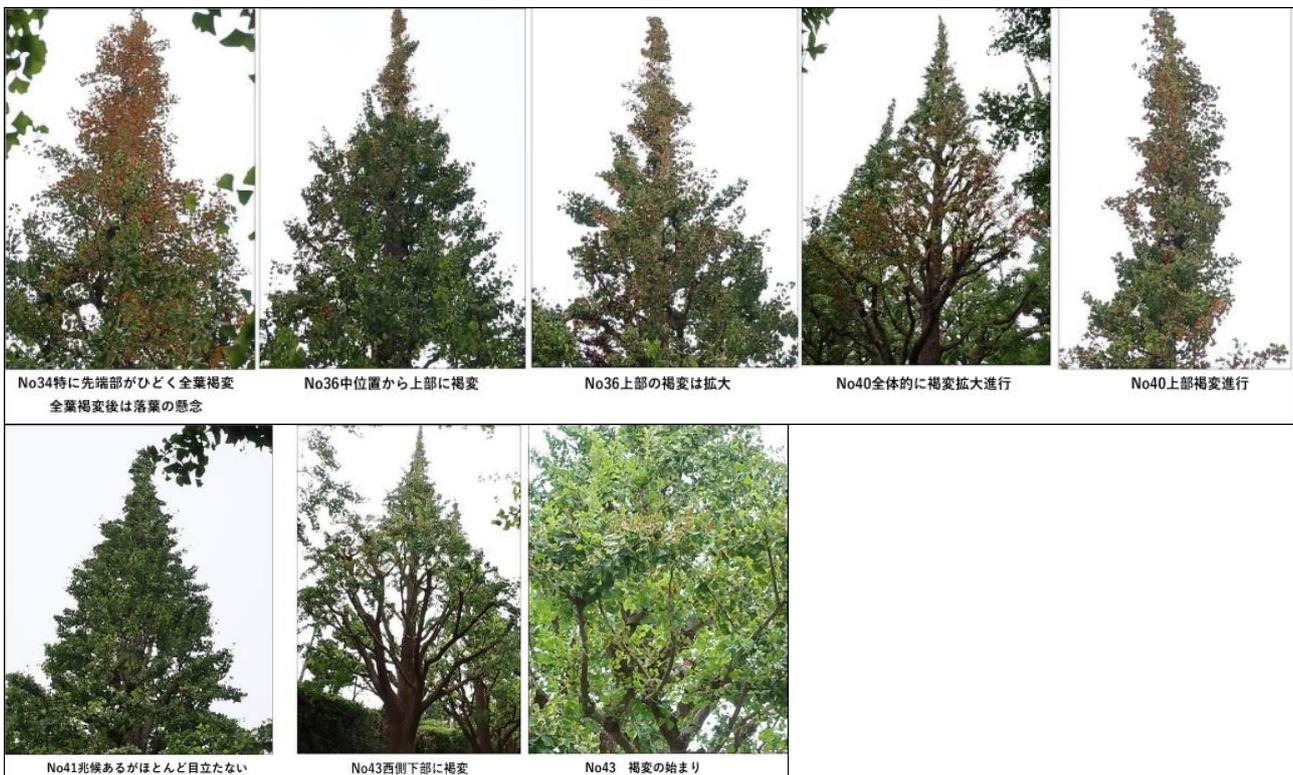


写真 9 西側の褐変等の状況（6月）

2-4. 7月調査（活力度調査）

調査日：7月26日から7月27日

図1には幹に開口空洞や目立つ傷のある個体や褐変のある個体を平面図上に記載した。また、7月の評価票を表2に示した。褐変・衰弱木は西側に集中しており、No.29, 34, 36, 40が特に悪く既に上下ともD評価になっている。No.29の上部は既に落葉している。No.43も上下ともC評価である。葉の褐変は最初葉の輪縁部に起こり、段々葉全体に広がり、その後縮れてきて最後は落葉に至る。7月末の段階ではNo.29以外でも縮れから落葉に至る兆候が見られる。西側・港区側 No.14, 15にも多くはないが褐変葉がみられる。都道側 No.71は褐変ではなく黄変が目立つ個体である。今年は7月はじめから猛暑が続き樹

木にとっては厳しい環境にあった。



図1 傷や褐変の状況 (7月)

7月評価票

東側										西側														
都道側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	神宮側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	都道側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	港区側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価					
1	B	A	A	B	68	B	A	B	B	1	B	B	B	B	78	A	A	A	A	11	B	B	B	B
2	B	A	A	B	67	B	A	B	B	2	B	B	B	B	77	B	A	A	A	12	B	B	B	B
3	B	A	B	B	66	B	B	B	B	3	B	B	B	B	76	B	A	A	A	13	B	B	B	B
4	B	A	A	B	65	B	A	B	B	4	B	B	B	B	75	B	A	B	B	14	B	B	B	B
5	B	B	A	B	64	B	B	B	B	5	B	A	B	B	74	B	A	B	B	15	B	B	B	B
6	B	A	A	B	63	B	A	B	B	6	B	A	B	B	73	B	B	B	B	16	B	B	A	B
7	B	B	A	B	62	B	A	B	B	7	B	B	B	B	72	B	B	B	B	17	B	B	A	B
8	B	A	A	B	61	B	A	B	B	8	B	B	B	B	71	B	B	B	B	18	B	A	B	B
9	B	B	A	B	60	B	A	B	B	9	B	B	B	B	70	B	B	B	B	19	B	A	A	A
10	B	A	A	B	59	B	A	B	B	10	B	B	B	B	69	B	B	B	B	20	A	A	A	A
11	B	B	A	B	58	B	A	B	B	29	C	C	D	D	68	B	A	B	B	21	B	B	A	B
12	B	A	A	B	57	B	A	B	B	30	B	B	B	B	67	B	B	B	B	22	B	B	A	B
13	B	A	A	B	56	B	A	B	B	31	B	B	B	B	66	B	A	B	B	23	A	A	A	A
14	B	B	A	B	55	B	A	B	B	32	B	B	B	B	65	B	A	B	B	24	B	A	A	A
15	B	B	A	B	54	B	B	B	B	33	B	B	B	B	64	B	A	B	B	25	B	A	A	A
16	B	A	A	B	53	B	B	B	B	34	C	C	D	C	63	B	A	B	B	26	B	A	A	A
17	B	B	A	B	52	B	B	B	B	35	B	B	B	B	62	B	A	B	B	27	B	A	A	A
18	B	A	A	B	51	B	B	B	B	36	C	C	D	C	61	B	A	B	B	28	B	B	A	B
19	B	B	A	B	50	B	B	B	B	37	B	B	B	B	60	B	A	B	B					
20	B	B	A	B	49	B	A	B	B	38	B	B	B	B	59	B	B	B	B					
21	B	B	A	B	48	B	A	B	B	39	B	B	B	B	58	B	B	B	B					
22	B	A	A	B	47	B	A	B	B	40	C	C	D	D	57	B	B	B	B					
23	B	A	A	B	46	B	A	B	B	41	B	B	B	B	56	B	B	B	B					
24	B	A	A	B	45	B	A	B	B	42	B	B	B	B	55	B	B	B	B					
25	B	B	A	B	44	B	A	B	B	43	C	C	C	C	54	B	B	B	B					
26	B	A	A	B	43	B	A	B	B	44	B	B	B	B	53	B	B	B	B					
27	B	A	A	B	42	B	A	B	B	45	B	B	B	B	52	B	B	B	B					
28	B	A	A	B	41	B	A	B	B	46	B	B	B	B	51	B	B	B	B					
29	B	A	A	B	40	B	A	B	B	47	C	B	B	B	50	B	A	B	B					
30	B	A	A	B	39	B	B	B	B	48	B	B	B	B	49	B	B	B	B					
31	B	B	A	B	38	B	A	B	B															
32	B	B	A	B	37	B	A	B	B															
33	B	B	A	B	36	B	A	B	B															
34	A	A	B	B	35	A	A	A	A															

黄変・褐変樹
 評価C
 評価D

表2 7月評価票

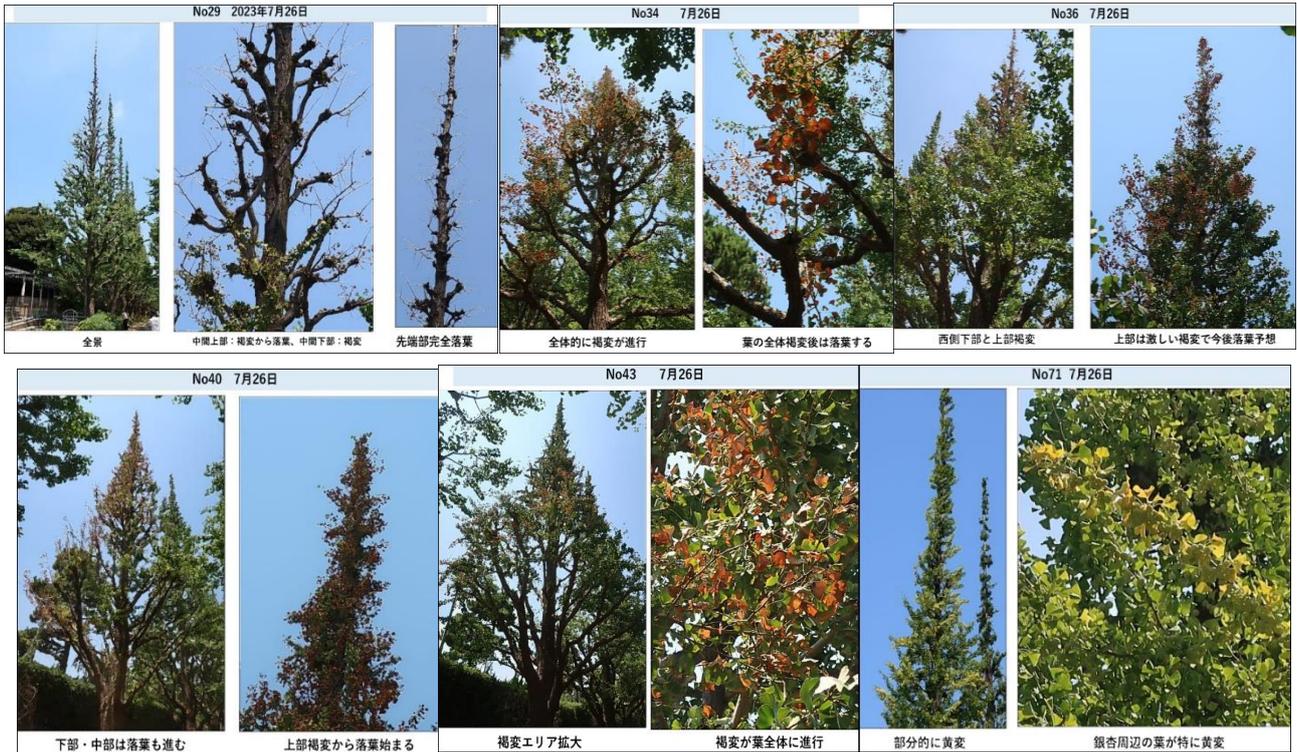


写真 10 褐変等の状況 (7月)

2-5. 8月調査 (写真撮影)

調査日：8月30日

西側 No29 の樹の中央部から先端にかけての葉は既に完全に落葉している。No34, 40, 43 は落葉寸前である。No36 の上部は既に落葉の状態である。西側 No15 には一部褐変がみられる。

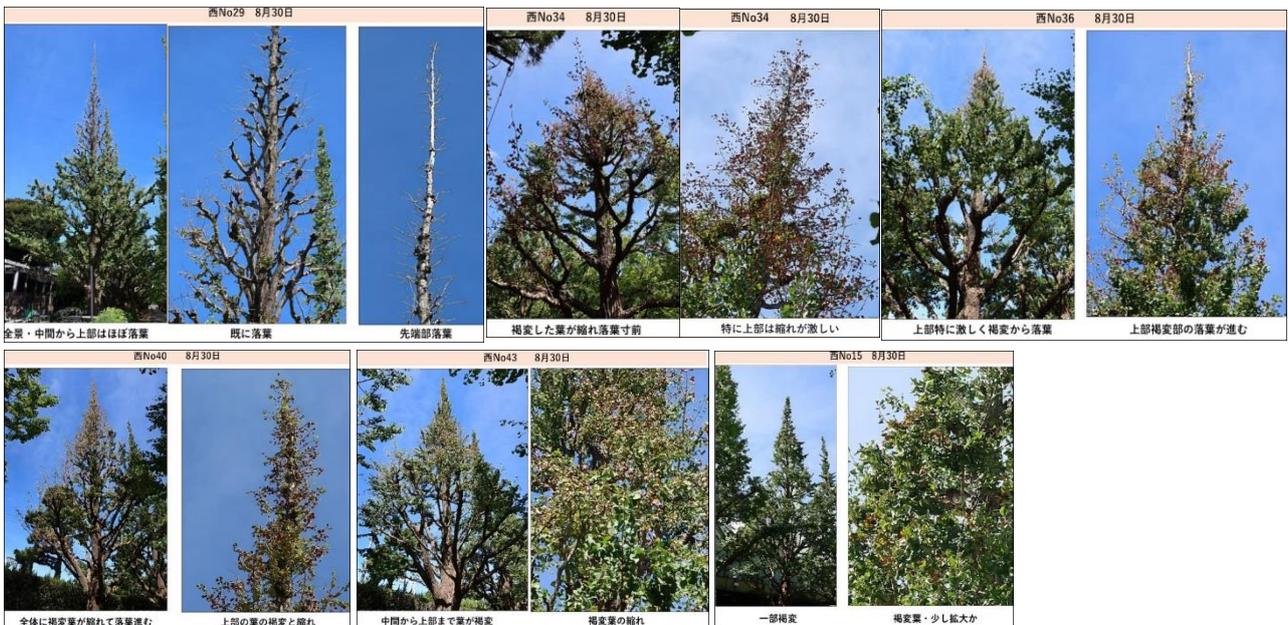


写真 11 褐変、縮れ等の状況 (8月)

2-6. 9月調査（写真撮影）

調査日：9月26日

西側 No29 の上部は完全落葉している。No33 は褐変が目立つようになる。No34 は上部落葉が進む。No36 の上部は完全落葉、下部の葉も褐変が進む。No40 も上部はほぼ落葉、下部も落葉し残った葉も褐変。No43 は褐変から縮れに進行している。

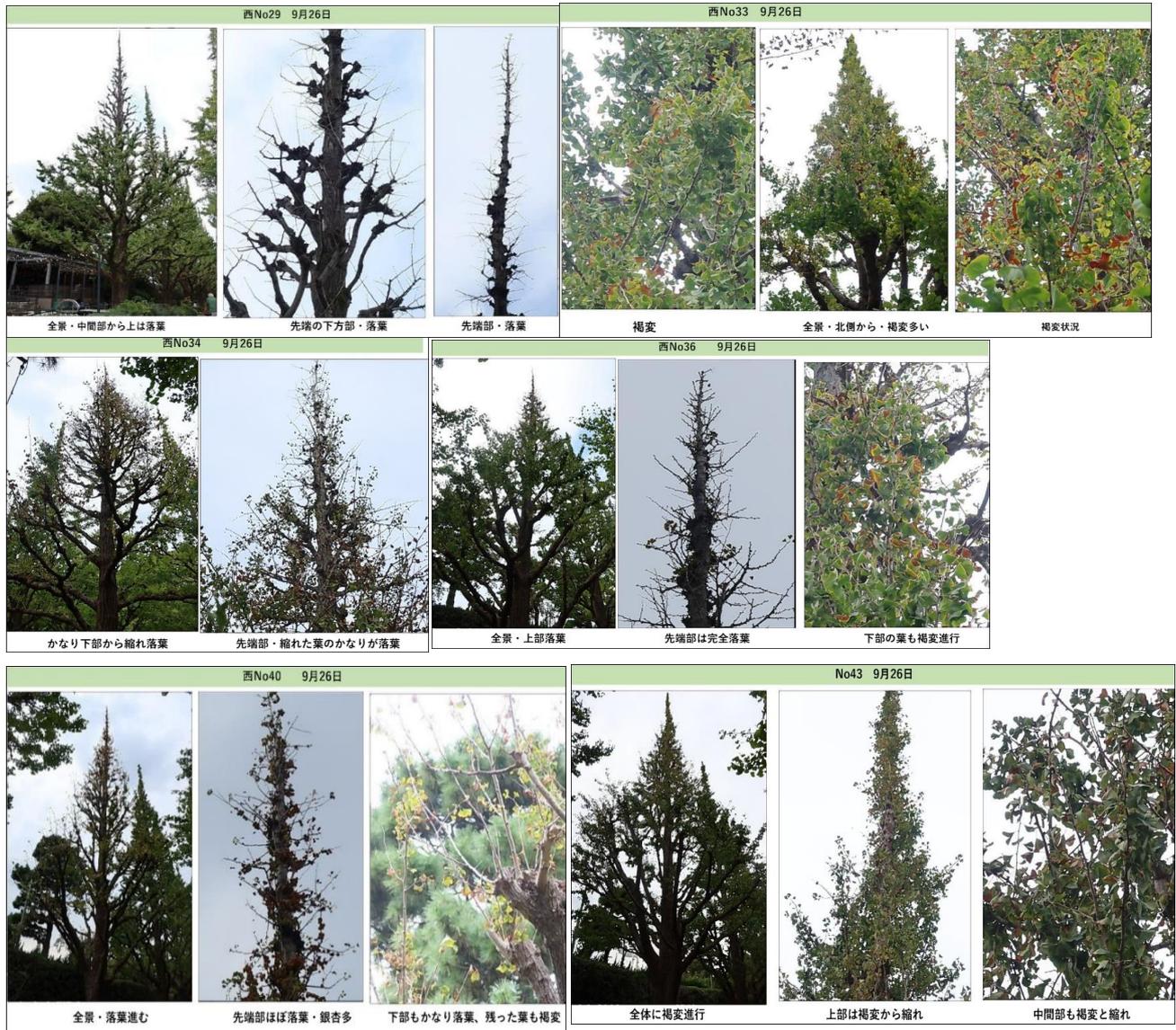


写真 12 褐変、縮れ、落葉等の状況（9月）

2-7. 10月調査（活力度調査）

調査日：10月23日から10月24日

表3に示す10月評価表では西側のNo29, 34, 40, 43が下部評価C 上部評価D、総合評価Dである。No34は下部評価C, 上部評価D、総合評価Cである。No29, 34, 36, 40の上部は完全落葉している。No33は葉に褐変があるが葉が上部含めて残っており落葉はみられない。No43の落葉はやや少ない。

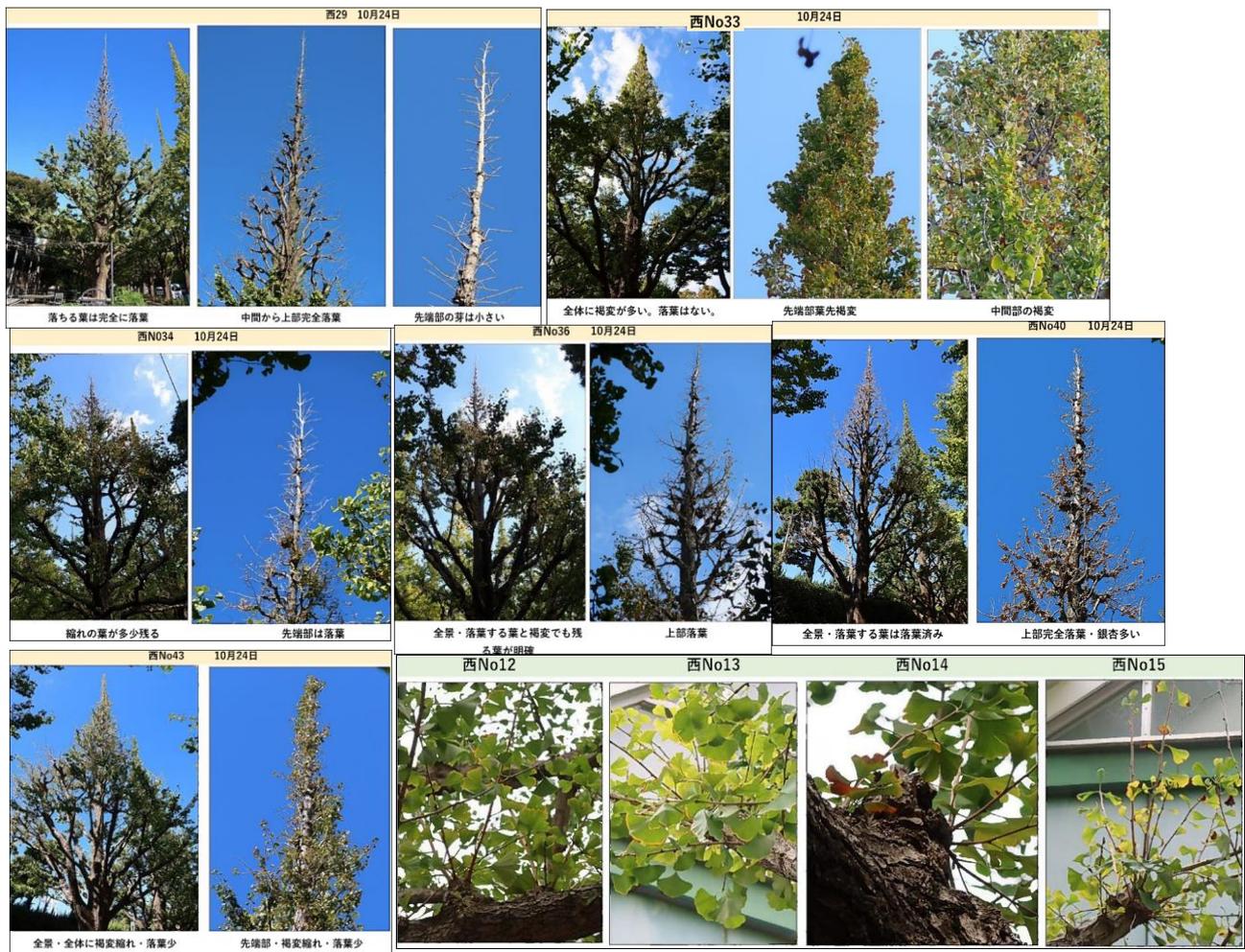
褐変していない個体でも10月時点で葉の周辺に僅かの褐変がみられる個体が多くあった。これらは初期からの褐変は何らかの大きな生理障害が強く出ているために起きたものと考えられる。しかし10月時点の葉の輪縁にみられる僅かな褐変症状は、7月～9月まで続いた猛暑によるストレスと考えられ

る。神宮外苑以外の信濃町の街路樹にも同様な症状が多くみられた。

表3 10月評価票

10月評価票																								
東側												西側												
都道側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	神宮側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	神宮側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	都道側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価	港区側	樹勢・樹形	下部評価	上部評価	総合評価
1	A	A	A	A	68	A	A	B	A	1	A	A	A	A	78	A	A	A	A	11	B	B	B	B
2	A	A	A	A	67	A	A	B	B	2	A	A	A	A	77	B	B	A	A	12	B	A	B	B
3	A	A	A	A	66	A	A	B	A	3	A	A	A	A	76	B	B	A	A	13	B	A	A	A
4	A	A	A	A	65	A	A	B	A	4	A	A	A	A	75	B	B	A	A	14	B	A	A	A
5	A	B	A	A	64	A	A	B	B	5	A	A	B	B	74	B	B	A	A	15	B	B	B	B
6	A	A	A	A	63	A	A	B	B	6	A	A	B	B	73	B	B	A	A	16	B	B	B	B
7	A	A	A	A	62	A	A	B	B	7	B	B	B	B	72	B	B	A	A	17	B	B	A	B
8	A	A	A	A	61	A	A	B	B	8	B	B	B	B	71	B	B	A	B	18	B	A	B	B
9	A	A	A	A	60	A	A	B	B	9	B	B	B	B	70	A	A	A	A	19	B	A	A	A
10	A	A	A	A	59	A	A	B	B	10	B	B	B	B	69	B	B	B	B	20	A	A	A	A
11	A	A	A	A	58	A	A	B	B	29	C	C	D	D	68	B	B	A	A	21	B	B	A	B
12	A	A	A	A	57	A	A	B	B	30	C	B	B	B	67	B	B	B	B	22	B	B	B	B
13	B	A	A	A	56	A	A	B	A	31	B	B	B	B	66	B	B	B	B	23	A	A	A	A
14	A	A	A	A	55	B	A	B	B	32	B	B	B	B	65	B	B	B	B	24	B	B	A	B
15	A	A	A	A	54	B	B	B	B	33	B	B	B	B	64	B	B	B	B	25	B	A	A	A
16	A	A	A	A	53	B	B	B	B	34	C	C	D	C	63	B	B	B	B	26	B	A	A	A
17	A	A	A	A	52	B	B	B	B	35	B	B	B	B	62	B	B	B	B	27	B	B	A	B
18	A	A	A	A	51	B	A	B	B	36	C	B	D	D	61	B	B	B	B	28	B	B	A	B
19	A	A	A	A	50	B	A	B	B	37	B	B	B	B	60	B	B	B	B					
20	A	A	A	A	49	B	A	B	B	38	B	B	B	B	59	B	B	B	B					
21	B	B	B	B	48	A	A	B	B	39	B	B	B	B	58	B	B	B	B					
22	A	A	A	A	47	A	A	B	B	40	C	C	D	D	57	B	B	B	B					
23	A	A	A	A	46	A	A	B	B	41	B	B	B	B	56	B	B	B	B					
24	B	B	A	A	45	B	A	B	B	42	B	B	B	B	55	B	B	B	B					
25	B	B	A	A	44	B	A	B	B	43	C	C	D	D	54	B	B	B	B					
26	A	A	A	A	43	B	A	B	B	44	B	B	B	B	53	B	B	B	B					
27	A	A	A	A	42	B	A	B	B	45	B	B	B	B	52	B	B	B	B					
28	A	A	A	A	41	B	A	B	B	46	B	B	B	B	51	B	B	B	B					
29	A	A	A	A	40	B	A	B	B	47	B	B	B	B	50	B	B	A	B					
30	A	A	A	A	39	B	B	B	B	48	B	B	B	B	49	B	B	A	B					
31	A	A	A	A	38	B	B	A	B															
32	B	A	A	A	37	B	A	A	A															
33	A	A	A	A	36	B	A	B	B															
34	A	A	A	A	35	A	A	A	A															

黄変・褐変樹
 評価C
 評価D



*9月26日調査における8月までの調査との大きな違いは、大半の樹木にわずかながらも黄変の葉や外縁の褐変が見られたことである。特に今年の剪定後の枝からの萌芽枝からの若い葉にその傾向が見られた。これらは7月～9月に至る高温、乾燥が主な原因と考えられる。信濃町駅近くの街路樹のイチョウにも同様な症状が多数見られた。

10月24日時点では進行は無く、一時的な夏季高温による生理障害が葉先に出たもので治まっている。

写真13 縮れ、落葉等の状況（10月）

2-8. 11月調査（写真撮影）

調査日：11月28日、11月30日

既に褐変落葉していた西側 No29, 34, 36, 40, 43 は完全に落葉している。黄葉と落葉部が明確である。多少の褐変があった西側 No33, 15 などは全く落葉していない。これは各個体に対するストレスの違いが出たと考えられる。逆にいままで褐変等の異常が見られなかった西側 No53 は完全落葉している。先端部が落葉・ほぼ落葉の樹は西側都道側に集中している (No56, 59, 62, 72, 73, 74, 75)。逆にまだ葉が緑で落葉していない個体も多くある (西側 No1, 2, 3, 6, 18, 23 東側 No1, 34, 35, 67, 68)。緑を保つ個体は主に並木の南側・北側妻側に多い。これは日照量が多く当たり、枝葉も十分に伸びられるためである。落葉樹は翌年の芽出しのエネルギーを体内にため込むが、それは8月中旬以降からであり、その時期までに落葉した樹はエネルギーの蓄えができなく、衰弱傾向にある。逆に最後まで緑を保つ個体は蓄えが多くなり、それが樹勢に影響する。

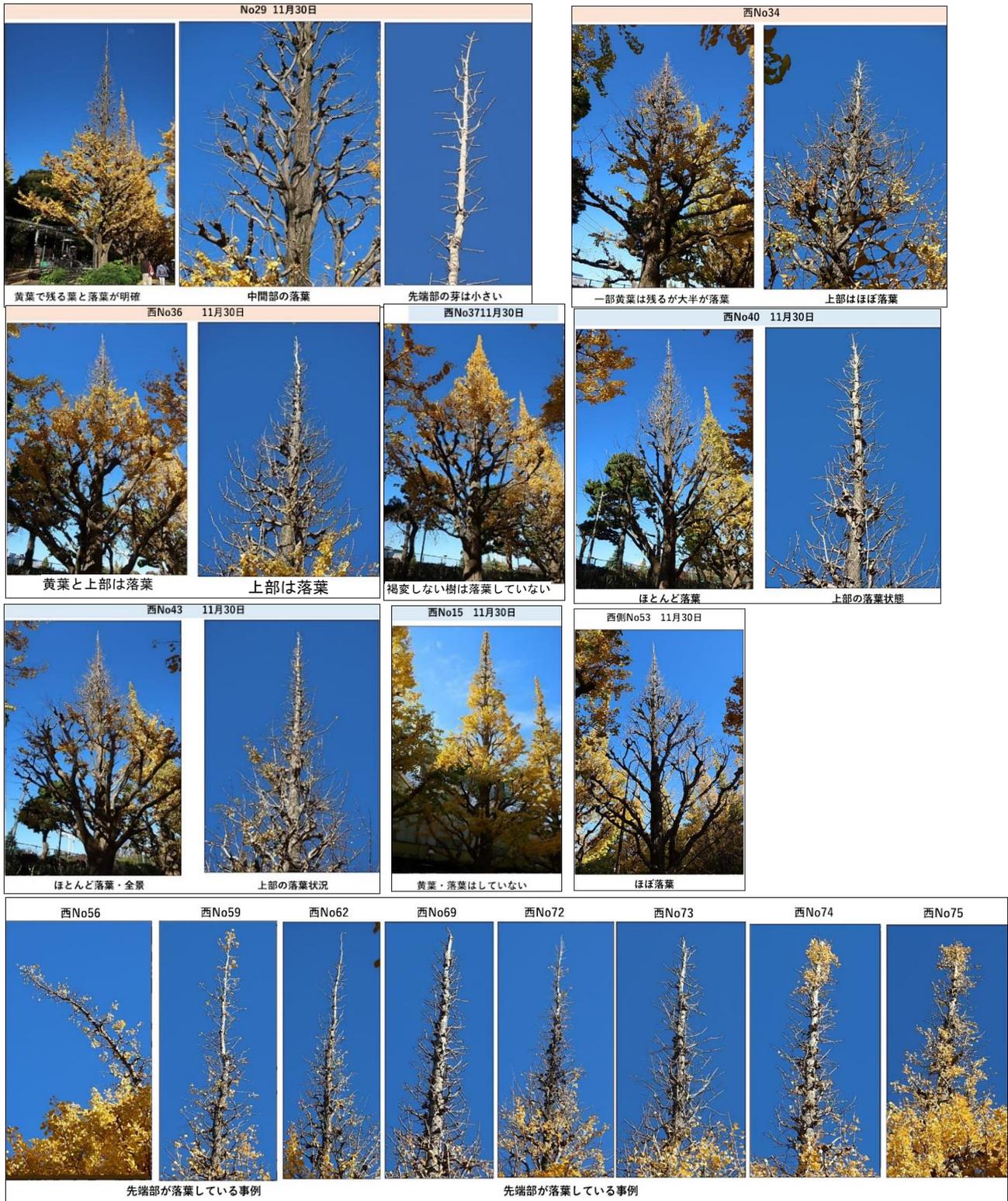


写真 14 落葉等の状況 (11月)

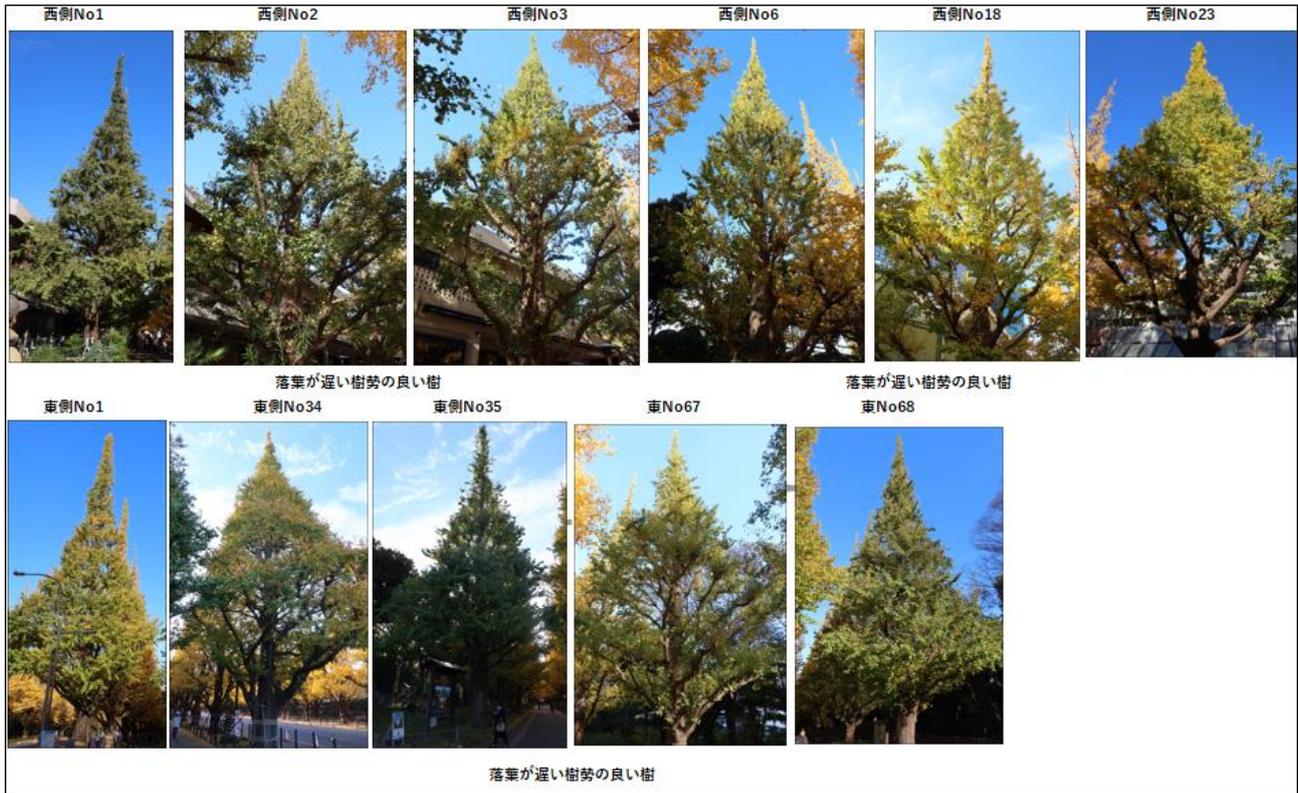


写真 15 落葉等の状況 (11月)

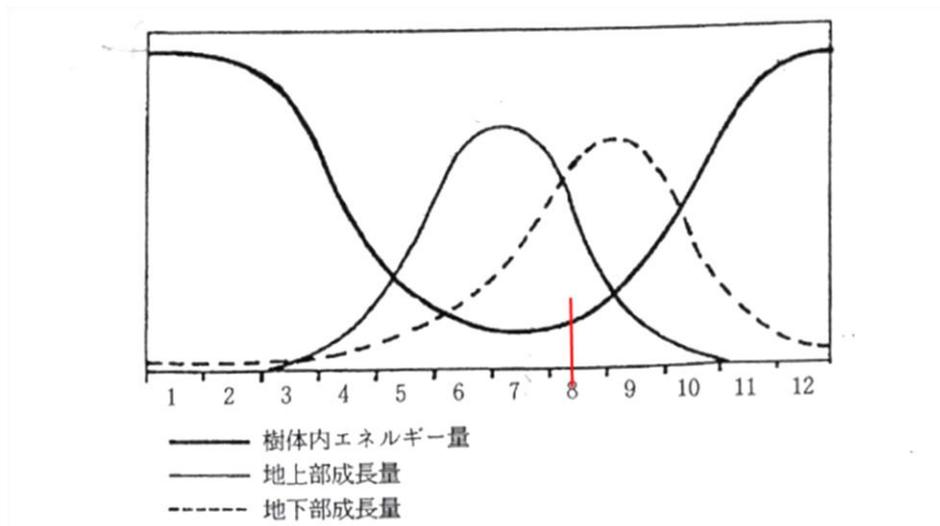


図 2. 樹体の体内エネルギー量、地上部成長量、地下部成長量の年間変化 (堀、1998)

図 2 は堀 (1998) が樹体内エネルギー量と地上部地下部の成長量を表わした図¹である。春先 3 月中後半から地上部が成長をはじめ、7 月にピークを迎える。地下部は地上部に少し遅れた成長曲線で 9 月にピークを迎える。樹体内エネルギーは 3 月から貯えたエネルギーを使って新芽を出し、枝葉や根を成長させる。光合成による新たなエネルギーも貯蔵には使用せず、すべて成長に使用する。したがって 3 月から 8 月までは樹体内エネルギーは減少し続ける。樹体内への蓄積は 8 月過ぎから 11-12 月の落葉まで行われるため 8 月以前に落葉した樹には新たな蓄えは行われず、翌春は身を削って新芽を出

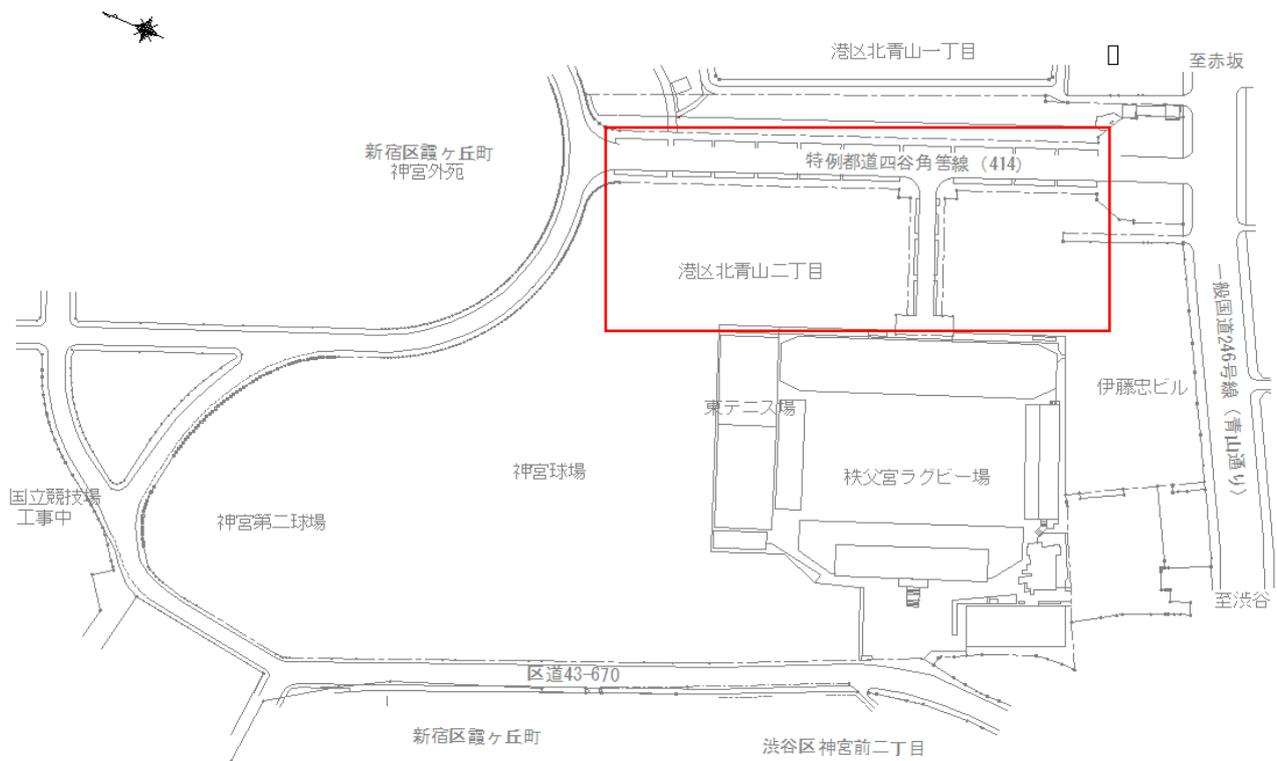
¹ 最新樹木医の手引

すことになり、葉が小さく、色も薄くなる。早秋の落葉もそれだけエネルギー（糖分）蓄積が少なくなり、樹勢衰退につながる。一方遅くまで緑の葉が残る樹はそれだけ樹体内への蓄積が多くなり翌春の芽出し・葉の大きさ・色・密度も良好な樹勢の良い樹となる。このように各個体の生理的な状態が現象として現れる。衰退傾向がみられた個体は今年に限った現象ではないため、中期・長期的視野で観察・対策を行う必要がある。

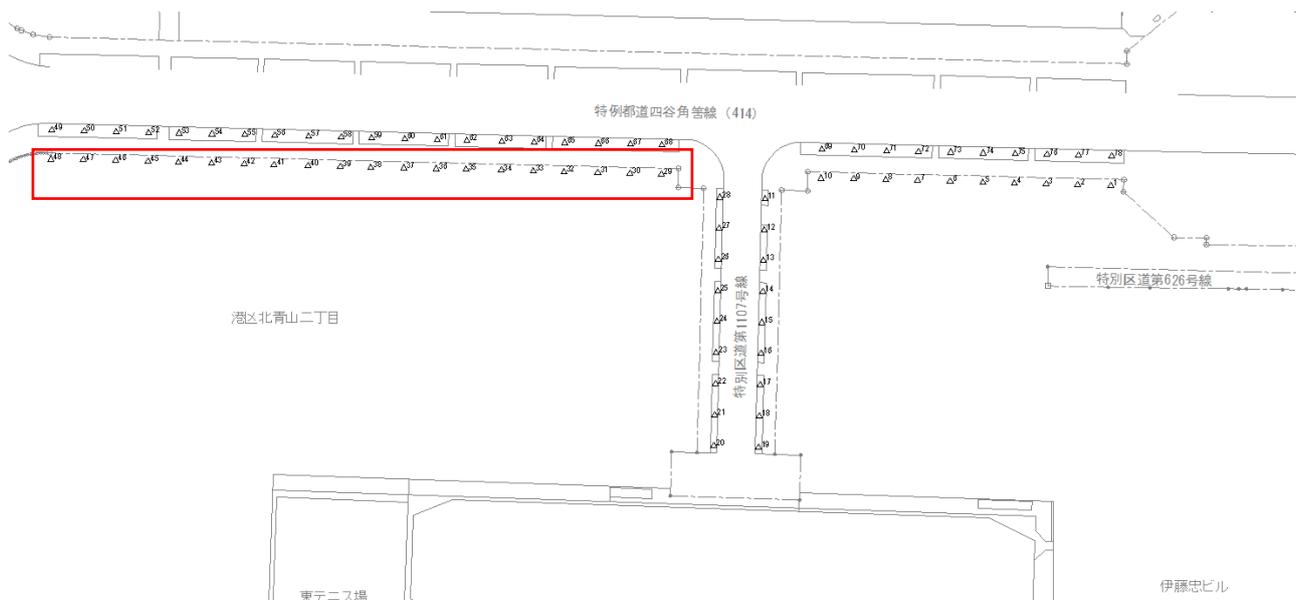
3. 年間の活力度等調査結果

前項で各月の主に衰弱傾向の個体について変化を示した。結果として西側 No29、34、36、40、43 の 5 本が衰弱の激しい課題のある個体となる。特に No29 は芽出し後も葉が小さく、色も薄く、6 月には落葉の兆候があり、7 月には落葉となっている。昨年もほぼ同様な症状であり、最も衰弱が激しい個体である。No40 も 5 月調査の時点でかなりの葉の褐変がみられ、6 月には全体に進行し、7 月には葉の縮れから落葉が始まっている。8 月には落葉も進み、9 月にはほぼ落葉に至っている。No34、36 も 5 月で多少の褐変が観察され、6 月には広く進行し、7 月には縮れ・落葉がみられはじめ、8・9 月にかけて落葉に至っている。No43 も No34、36 に比してやや進行が遅く、9・10 月でも褐変の葉が残っているが、11 月では完全落葉に至っている。

11 月（写真 14、15）の落葉としては前の 5 本以外に西側 No53 が全体落葉している。先端部の落葉は前述（西 56、59、62、69、72、73、74、75）のとおりで西側都道側に集中している。



調査対象全体図(赤枠内のイチヨウ並木対象)



並木西側図 (赤枠内イチョウの変化が見られるエリア)

3-1. 全体の活力度評価結果

2023年中の3回の活力度調査(5, 7, 10月)による推移をみる。下記の図1, 5, 10に、評価結果(下部、上部、総合評価)を東側(神宮側、都道側)と西側(神宮側、都道側、港区側)で分けて明示した。さらに立地する基盤、日照の当たり方、管理形態の違いによる差異を明らかにするため、表4に所有別の評価結果を示す。

① 東側・都道側

総数34本。樹形・樹勢は5→7→10月でA評価は1→1→29本、B評価は33→33→5本と推移し、10月にA評価が大きく増えている。下部は5→7→10月の順に、A評価が21→20→30本、B評価が13→14→4本と推移し、10月にB評価が減り、A評価が増えている。上部は5→7→10月の順にA評価が33→32→33本、B評価は1→2→1本と5月から10月までA評価がほとんどである。下部がB評価は主に開口空洞・樹皮欠損がある樹である。10月には枝の伸長・密度・緑量のアップがそれをカバーして数値が良くなっている。上部は5月から剪定の影響も少なく良い評価になっている。総合評価は5→7→10月でAは1→0→33本、Bは1→34→1本で下部の評価が上がることで、総合評価も良くなっている。

② 東側・神宮側

総数34本。樹形・樹勢は5→7→10月の順にA評価が0→1→17本、B評価が34→33→17本と推移し、A評価が10月で大きく増え、その分B評価が減っている。枝の伸長・密度・緑量アップが評価に影響している。下部は5→7→10月でA評価が24→26→29本、B評価が10→8→5本と推移しており、全体的に評価がアップしている。これは当初開口空洞・樹皮欠損及び枝の透かし剪定がかなり大きく、密度・緑量の評価が低くあったが、枝葉伸長に伴いが評価が上がったことが主な要因である。上部評価は5→7→10月の順にA評価が0→1→3本で、B評価は34→33→31本と10月でもB評価がほとんどである。総合評価は5→7→10月の順にA評価が0→1→6本、B評価が34→33→28本とまだ10月でもB評価が多い。上部の剪定を含めたボリュームのなさが10月でも回復せず、それが総合評価にも同様な結果として現れている。

③ 西側・都道側

総数 30 本。樹形・樹勢は 5→7→10 月で A 評価が 0→1→2 本、B 評価が 30→29→28 本と推移し、いずれの月でも B 評価が多くを占める。下部は 5→7→10 月で A 評価が 23→14→2 本、B 評価は 7→16→28 本で、A 評価が減って B 評価が増える傾向が出ている。5 月時点での B 評価は開口空洞・樹皮欠損によるものであるが、7 月、10 月時点での主な要因は葉色で、7 月からの猛暑乾燥が葉色に顕著に現れ、10 月まで続いている。上部は 5→7→10 月で、A 評価が 3→3→12 本、B 評価が 27→27→18 本と推移した。東側に比して 5, 7 月の評価は低い、主な要因は、枝の伸長量・密度・緑量が低いことによる。総合評価は 5→7→10 月で、A 評価は 0→3→9 本、B 評価は 30→27→21 本と、10 月に A 評価がやや増えている。枝葉の伸長による効果である。

表 4 評価推移表

イチヨウ並木東側評価推移

分類	部位	5月		7月		10月	
		A	B	A	B	A	B
東側都道	樹勢・樹形	1	33	1	33	29	5
	下部	21	13	20	14	30	4
	上部	33	1	32	2	33	1
	総合	1	33	0	34	33	1
東側神宮	樹勢・樹形	0	34	1	33	17	17
	下部	24	10	26	8	29	5
	上部	0	34	1	33	3	31
	総合	0	34	1	33	6	28
合計	樹勢・樹形	1	67	2	66	46	22
	下部	45	23	46	22	59	9
	上部	33	35	33	35	36	32
	総合	1	67	1	67	39	29

イチヨウ並木西側評価推移

分類	部位	5月				7月				10月			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
西側都道	樹勢・樹形	0	30	0	0	1	29	0	0	2	28	0	0
	下部	23	7	0	0	14	16	0	0	2	28	0	0
	上部	3	27	0	0	3	27	0	0	12	18	0	0
	総合	0	30	0	0	3	27	0	0	9	21	0	0
西側神宮	樹勢・樹形	0	27	3	0	0	24	6	0	6	18	6	0
	下部	0	28	2	0	2	23	5	0	6	20	4	0
	上部	0	28	2	0	0	25	1	4	4	21	0	5
	総合	0	28	2	0	0	25	3	2	4	21	1	4
合計	樹勢・樹形	0	57	3	0	1	53	6	0	8	46	6	0
	下部	23	35	2	0	16	39	5	0	8	48	4	0
	上部	3	55	2	0	3	52	1	4	16	39	0	5
	総合	0	58	2	0	3	52	3	2	13	42	1	4

イチヨウ並木西側港区道評価推移

分類	部位	5月		7月		10月	
		A	B	A	B	A	B
西側港区道	樹勢・樹形	0	18	2	16	2	16
	下部	7	11	8	10	9	9
	上部	10	8	12	6	12	6
	総合	0	18	7	11	7	11

④ 西側・神宮側

総数 30 本。樹形・樹勢は 5→7→10 月で、A 評価が 0→0→6 本、B 評価が 27→24→18 本、C 評価が 3→6→6 本と推移した。B 評価が多く、C 評価も含まれる厳しい評価になっている。No29, 40 は既に葉に褐変症状が見られ、No29 は昨年早期に落葉しており芽出し後の樹勢も悪い。No47 が C 評価なのは上部の曲がり樹形の影響である。下部は 5→7→10 月の順に、A 評価が 0→2→6 本、B 評価が 28→23→20 本、C 評価が 2→5→4 本であり、評価は低い。5 月に A 評価が無いのは剪定による中枝の透き方が大きく、密度・緑量に大きく影響していることが主な要因である。C 評価は No29, 34, 40, 43 の 4 本で、葉の周縁褐変から全体褐変、縮れ、早期落葉が顕著な個体である。

上部は 5→7→10 月で、A 評価が 0→0→4 本、B 評価が 28→25→21 本、C 評価が 2→1→0 本、D 評価が 0→4→5 本と変化した。D 評価の 5 本の内訳は、下部が C 評価である 4 本と No36 である。総合評価は 5→7→10 月では、A は 0→0→4 本、B は 28→25→21 本、C は 2→3→1 本、D は 0→2→4 本である。C, D 評価の 5 本が特に衰退が激しい個体である。通年における結果として No29 が最も早い 6 月から落

葉をはじめ、No40も5月からかなり葉の褐変がみられ縮れ・落葉も7月と早い。No34, 36も6月には褐変がかなり進行し、7月には落葉の兆候が見られる。No43は6月の葉の褐変はやや少ないが、7月ではかなり進行し、8月も拡大している。10月では先端部のみ落葉に至っている。No29, 34, 36, 40, 43は最も対策を必要とする樹である。

3-2. 樹高と幹周について

10月における規格測定値は下記のとおりである。(最小値は曲がり樹形を除く)

	樹高平均	最小	最高	差	目通り
東側 1-34 (都道)	28.0m	26.0m	31.5m	5.5m	228cm
東側 35-68 (神宮)	30.6m	27.0m	34.0m	7.0m	247cm
西側 1-10、29-48 (神宮)	29.0m	26.0m	33.5m	7.5m	252cm
西側 49-78 (都道)	26.8m	23.5m	29.0m	5.5m	213cm
西側 11-28 (港区)	25.4m	24.5m	26.5m	2.0m	252cm

これをみると、樹高平均、最小、最大値において神宮側のイチョウが大きいことがわかる。また幹周についても東京都側より神宮側の個体が太いことがわかる。根域の植栽基盤の違いと考えられる。

樹高については、隣地(伊藤忠ガーデン)から見ると樹高の差異がよくわかり、最大と最小に5.5~7mの差がある(港区を除く)。絵画的遠近法を用いた当初のデザインを踏まえる必要はあるが、頂部の樹勢維持の観点から抑制する樹高については再考が必要である。



写真 16 伊藤忠ガーデンから見たイチョウ
(2022. 11. 17 撮影 直木)



写真 17 頂部樹勢の違い

表5 イチョウ並木規格測定値

東側・都道					東側・神宮					西側・神宮					西側・都道					西側・港区					
樹木番号	規格				樹木番号	規格				樹木番号	規格				樹木番号	規格				樹木番号	規格				
	樹高(m)	幹周(cm)	葉張り(m)			樹高(m)	幹周(cm)	葉張り(m)			樹高(m)	幹周(cm)	葉張り(m)			樹高(m)	幹周(cm)	葉張り(m)			樹高(m)	幹周(cm)	葉張り(m)		
			東	西				南	北				東	西				南	北				東	西	南
東1	27.5	237	10.3	10.3	東35	27.0	310	12.5	13.0	西1	26.0	280	10.4	12.7	西49	25.0	255	9.7	10.4	西11	26.0	294	11.1	10.3	
東2	28.0	227	9.2	9.4	東36	28.0	225	9.7	10.2	西2	31.0	282	10.4	11.0	西50	27.5	248	9.4	11.2	西12	26.0	238	9.8	10.0	
東3	29.5	267	10.4	10.1	東37	29.5	246	9.2	9.3	西3	32.0	270	7.2	9.4	西51	25.0	182	9.3	9.8	西13	26.5	243	8.7	8.5	
東4	29.0	242	9.8	10.3	東38	30.0	301	10.2	10.9	西4	29.5	233	7.4	8.3	西52	27.5	198	9.4	10.6	西14	25.0	269	10.2	10.2	
東5	29.0	248	10.0	9.5	東39	31.0	263	8.5	8.9	西5	30.5	274	8.8	10.2	西53	26.5	194	8.5	8.6	西15	25.0	270	7.4	9.4	
東6	29.0	231	9.0	9.4	東40	29.0	216	9.8	9.7	西6	33.5	310	9.1	9.1	西54	27.5	190	8.9	11.4	西16	26.0	250	10.8	9.3	
東7	30.0	200	8.3	9.3	東41	29.0	253	9.7	9.4	西7	31.5	233	9.4	10.1	西55	29.0	206	10.5	10.1	西17	25.5	270	8.5	9.1	
東8	28.0	227	9.5	9.3	東42	30.0	254	8.9	10.7	西8	32.0	230	9.2	9.1	西56	20.5	186	8.9	9.2	西18	25.5	256	9.7	10.6	
東9	28.0	214	7.7	9.1	東43	30.5	263	8.5	9.0	西9	32.0	235	8.3	8.1	西57	28.5	252	10.1	10.1	西19	25.5	253	11.4	10.3	
東10	27.5	194	9.3	9.8	東44	31.0	263	9.3	11.1	西10	30.0	226	10.1	9.9	西58	28.0	200	9.9	10.1	西20	25.0	298	10.6	10.0	
東11	28.5	308	9.9	9.9	東45	29.0	229	8.2	7.7	西29	31.5	270	10.6	10.1	西59	23.5	198	10.2	10.1	西21	24.5	250	9.1	7.8	
東12	27.5	210	9.8	9.7	東46	31.0	267	8.1	11.1	西30	30.5	266	10.2	10.9	西60	25.0	182	9.4	10.5	西22	24.5	240	8.2	10.1	
東13	25.0	186	8.5	9.1	東47	29.5	258	9.4	9.5	西31	29.0	261	9.9	10.9	西61	24.0	184	9.6	11.5	西23	25.0	267	10.3	10.7	
東14	28.0	224	10.0	10.5	東48	28.0	280	10.5	11.3	西32	30.5	247	10.8	10.7	西62	24.5	181	10.2	10.7	西24	25.0	228	8.1	9.0	
東15	29.0	240	9.7	9.7	東49	31.5	257	9.7	9.6	西33	30.5	231	9.6	9.0	西63	27.0	202	9.5	11.2	西25	26.0	219	10.0	8.0	
東16	29.0	229	9.3	9.8	東50	32.0	266	12.0	10.5	西34	27.0	229	11.3	11.0	西64	29.0	226	10.1	8.8	西26	25.5	213	8.5	9.5	
東17	29.0	217	9.6	10.2	東51	31.0	234	9.8	9.0	西35	27.5	212	9.2	9.7	西65	25.5	222	9.5	9.5	西27	26.0	203	9.4	9.2	
東18	28.0	195	8.0	8.2	東52	33.0	234	9.2	10.4	西36	27.5	280	9.8	10.3	西66	28.5	225	10.4	11.1	西28	25.0	270	10.8	10.0	
東19	28.5	247	9.3	10.0	東53	28.5	199	7.3	6.7	西37	27.0	248	8.9	10.0	西67	26.5	187	9.7	9.7	計	457.5	4531			
東20	27.0	195	8.3	10.9	東54	31.5	237	8.2	10.4	西38	26.0	240	9.8	11.2	西68	28.5	221	8.7	9.9	平均	25.4	251.7			
東21	26.0	184	8.7	8.9	東55	30.5	233	9.0	9.3	西39	27.0	211	8.2	8.0	西69	29.0	247	10.5	11.7	m cm					
東22	28.0	217	9.1	9.3	東56	31.5	237	7.8	8.7	西40	27.0	214	8.8	7.8	西70	28.5	213	10.5	11.1						
東23	28.0	190	8.2	10.5	東57	31.5	255	9.7	10.0	西41	29.5	262	9.8	10.8	西71	28.5	189	9.6	9.7						
東24	27.0	183	9.0	8.9	東58	32.0	240	7.5	8.9	西42	27.0	250	8.9	8.3	西72	28.0	214	9.1	10.5						
東25	27.5	211	8.8	8.8	東59	32.0	222	9.8	9.6	西43	28.5	259	9.4	9.5	西73	27.5	208	9.3	10.3						
東26	27.5	206	8.6	8.8	東60	33.5	234	9.6	10.0	西44	28.0	304	9.7	10.6	西74	28.5	232	9.7	11.1						
東27	28.0	231	8.6	9.5	東61	32.5	235	9.2	9.5	西45	27.5	241	8.2	7.4	西75	27.0	213	10.5	10.7						
東28	29.0	203	8.5	8.7	東62	34.0	246	10.2	10.9	西46	28.0	250	10.1	9.3	西76	27.0	248	10.0	9.3						
東29	28.0	272	9.1	10.0	東63	31.0	257	10.6	10.6	西47	27.0	269	9.4	9.6	西77	26.5	229	7.9	9.4						
東30	28.0	200	8.7	7.8	東64	30.0	237	9.5	9.6	西48	26.5	242	9.0	10.0	西78	26.0	261	10.4	12.5						
東31	29.0	227	7.5	7.9	東65	31.0	242	9.4	9.9	計	871.0	7559			計	803.5	6393								
東32	27.5	288	10.4	11.1	東66	32.0	246	10.0	10.4	平均	29.0	252			平均	26.8	213								
東33	28.0	256	8.7	8.7	東67	29.0	208	10.1	8.9	m cm				m cm											
東34	26.0	335	11.4	14.2	東68	30.0	244	9.9	10.4																
計	852.5	7741			計	1040.5	8391																		
平均	28.0	228			平均	30.6	247																		
m cm				m cm																					

4. 総合評価 D 樹の要因

前項で西側 No29, 34, 36, 40, 43 の 5 本が葉の褐変、早期落葉等で特に衰弱傾向にあると判断された。

考えられる原因についての考察に際し、葉の黄変褐変原因が病的なものか否かが大きな判断ポイントとなる。このことについては既に管理者である明治神宮外苑から東京都病害虫防除所に依頼し 2020 年に診断（資料 1）を行っているので、その結果を記載すると共に、改めて今回の調査においても専門機関に診断（資料 2）を依頼した。

4-1. 黄変・褐変症状の原因

① 東京都病害虫防除所の診断結果（資料 1）

資料 1 に診断結果を記載したが、黄変症状の原因としての病原菌は認められず、病害の可能性は低いと判断された。そして 8 月下旬には葉の先端部まで黄化している個体があること、周辺個体が萎凋気味であること、上部の葉が少ない樹形ゆえ蒸散による水分の吸い上げが少ないこと、7 月までの長梅雨後の 8 月の高温小雨の影響による樹勢が低下している可能性が指摘されている。

② NPO 法人みどりのお医者さん（資料 2）

5 月末の 1 回目の活力度調査時に採取した褐変症状の葉を送り、NPO 法人みどりのお医者さんで検査を行った。結果は資料 2 に記載したが、やはり病原菌は観察されず、乾燥害など気象災害などによる生理障害によるものとされている。

4-2. 都市環境によるストレス

樹木医学研究 2017 Vol. 21 No. 1 「都市の環境と街路樹のストレス応答」において田中ら※は街路樹の生理障害とストレスの関係について以下のように言及しており、この指摘は本調査対象であるイチョウ並木にもあてはまるものとする。

・都市環境が街路樹に与えるストレス（p 44 より抜粋）

都市特有の環境は樹木の生育にとって必ずしも適しておらず、恒常的な乾燥や、排気ガスによる大気汚染、コンクリート構造物からの輻射熱等の各種のストレスを受けている。さらに近年では、都市域を中心にヒートアイランド現象が加速している（藤井 2014）。例えば、東京都は過去 100 年間（1901 年～2000 年）で年平均気温が約 3℃上昇しており、世界の主要都市と比較してもヒートアイランド現象による気温上昇が特に著しい都市である（三上 2006）。樹木にとって高温は、光合成活性を低下させると同時に夜間の呼吸消費の増加を引き起こすため、炭素収支を悪化させる要因となる（小池 2004）。また、高温ストレスは乾燥や強光ストレスに対する感受性を高める。実際に、高温環境下では葉が光障害を受けやすくなるという報告も多い（北尾 2004）。光障害とは、強い光エネルギーにより壊れた光合成色素の再合成が阻害され、一時的・慢性的に光合成速度が低下することであり（Powles 1984, 北尾 2004, 丹下 2014）、強い光障害はクロロシスなどの葉の可視障害を引き起こし、枝枯れ等を引き起こす要因となる（池田 2014）。

また、関東地方ではヒートアイランド現象による大気乾燥化がスギの梢端枯れを引き起こしているという報告がなされている（松本ら 1996, 上田・柴田 2006）ことから、都市特有の大気環境は確実に樹木の生育に影響を及ぼしていると考えられる。

・高温・乾燥ストレスが引き起こす梢端枯れ（p 44～45 より抜粋）

都市の街路環境に植栽された樹木に起こりやすい障害の一つとして、「梢端枯れ」があげられる。梢端枯れは、樹冠の低い部分の生育は良好であるが、高い梢の部分（梢端部）が枯れ下がる現象であり（鈴木 1999）、乾燥した夏季に発生しやすい。梢端枯れが繰り返して発生することにより背の低くぐりした樹形になる場合や、枯れ枝から腐朽が進む場合もある。梢端枯れの時期と原因については、街路樹として植栽されたカツラで、春から秋まで葉の水分状態や光合成特性を詳細に調べた事例がある（田中（小田）ら 2011）。梢端枯れが発生した個体は、①春から梅雨時期には梢端部の葉の光合成速度は健全木とほぼ同じ値を示し、気孔閉鎖も起こっていなかったが、②夏季（7～8 月）の高温・乾燥環境下では、梢端部で葉の水ポテンシャルの日中低下が大きく葉が乾燥ストレスを受け、気孔が閉鎖し光合成速度も低下していた。さらに、葉の変色や枝枯れも同時に発生した。一方、梢端枯れが起こらなかった個体では、樹冠上部の葉でも強い乾燥ストレスを受けている兆候は見られなかった。樹木の樹冠上部は、根からの水輸送距離が長くなるため水力学的な制限がかかり、樹冠下部よりも乾燥ストレスを受けやすい（鍋島・石井 2008）。さらに、気孔が閉鎖した状態で強い日射を長時間受けるために葉が高温になり光阻害を起こしやすい（福田 2014）。つまり、夏季に乾燥した時期が続くと、梢端部が最も強い乾燥ストレスを受け、気孔が閉じて光合成速度が低下し、光阻害も同時に引き起こす。樹冠上部では夜間の呼吸速度が著しく増加しており、乾燥や光阻害のストレスから回復できずに梢端枯れが進行すると考えられる。

※樹木医学研究 2017Vol. 21No. 1 シリーズ：環境ストレスと樹林地管理「都市の環境と街路樹のストレス応答」

田中（小田）あゆみ・福田健二

資料1 東京都病虫害防除書の診断結果

イチヨウの葉の黄化症状について

令和2年10月5日
東京都病虫害防除所

1 診断経過

(1) 葉の黒点

- ・顕微鏡下で確認したが、孢子等は確認できなかった。

(2) 葉の黄化（褐変）部

- ・糸状菌の分離を行った結果、様々な種類の糸状菌が分離された（図1）。
- ・分離された主な菌について菌叢の形状や分生子等を確認したが、葉の症状と合致する病原菌は認められなかった。

2 現地確認

8月31日に東京都農林総合研究センター研究員とともに現地の状況を確認した。

- ・黄化症状が確認されていた樹の一部は先端部まで黄化が進んでいた（図2）。
- ・先端が尖るように剪定されており、上部の葉が少ない樹形であった（図3）。
- ・黄化症状がでていない樹の列には西日があたっていた。
- ・黄化症状がない樹や周辺樹の葉は萎凋気味であった。
- ・土壌は乾燥し、株元には落葉がみられた。

3 考察 及び今後の対応について

病害の場合は一般的に同一の菌が高い確率で分離されるが、今回葉から分離された菌はばらつきがあり、また、葉の黄化の原因となる病原菌ではなかった。そのため、病害の可能性は低いと考えられた。8月下旬には、樹の先端部まで葉の黄化が進んでいる樹がみられた。周辺の樹の葉も萎凋気味であった。これらのイチヨウは上部の葉が少ない樹形に剪定されており、葉の蒸散による樹上部への水分の吸い上げが少なく、7月までの長梅雨後に訪れた8月の高温少雨の影響を受けて樹勢が低下している可能性があるかと推察された。過乾燥による樹勢低下を防止するために適宜灌水を行うことなど栽培管理について検討し、今後の生育の様子を観察してください。

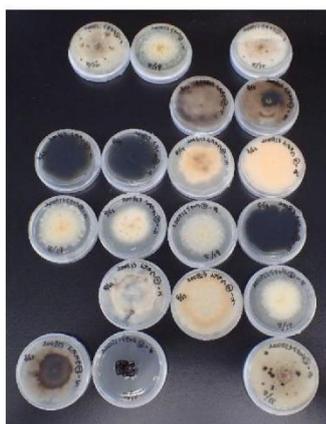


図1 葉から分離された糸状菌



図2 先端部の黄化（8月下旬）



図3 先端が尖った樹形

イチヨウ 葉の褐変症状調査報告

目的：イチヨウの葉に生じた褐変症状について病原を調査し、防除対策を検討する。

結論：葉の褐変部からは病原菌類は観察されず、褐変症状が全葉の全てに同程度の症状であること、褐変部の葉の組織内容物が萎縮して枯死していることなどから伝染性病害などによるものではなく、寒害や乾燥害などの気象災害など、生理的障害によるものと思われる。

対応策としては特段の処置の必要は無く、樹体は葉の一部の損傷で留まっていることから樹体には異常は生じていないと思われる。

調査方法：採取された調査サンプルをルーペ（x10）、実体顕微鏡（x20～x60）、生物顕微鏡（x100～x1000）で観察し、病原菌を調査した。

また、病斑部に病原菌が見られないものについては過湿条件下に保って（温室培養）病原菌の発生を促がした。

調査結果：(写真記録参照)

被害の様子

- ・イチヨウの樹冠全体において葉の黄化褐変が見られる(写真-1 現地 直木氏撮影)。
- ・葉の褐変症状は、各葉において褐変症状に多少の強弱はあるが、ほぼ全葉に葉の周辺部に扇状の褐変が見られる(写真-2 現地 直木氏撮影)。
- ・調査用に採集されたサンプル(写真-3)。
- ・葉の症状は着葉の全てにほぼ同程度の褐変症状が生じている(写真-4)。
- ・症状は葉の周辺部から脱色が始まり次第に褐変化して拡大する(写真-5)。
- ・葉の褐変枯死部は平滑で、斑紋などの病斑は見られず病原菌と思われるような標徴も見られない(写真-6)。

病原の確認

- ・葉の褐変部における組織内の検鏡調査に、褐変部を切片として細胞の状態を確認する(写真-7)。
- ・なお、症状が進んだ重症葉においても褐変部には病原菌と思われるような標徴は観察されない(写真-8)。
- ・葉の組織は緑色部(画像右側)では葉の厚みが維持されているが、褐変部(画像左側)では組織が潰れて葉の厚みが薄い(写真-9)。
- ・葉の褐変部の内部組織は細胞の内容物が萎縮して潰れ枯死している(写真-10)。

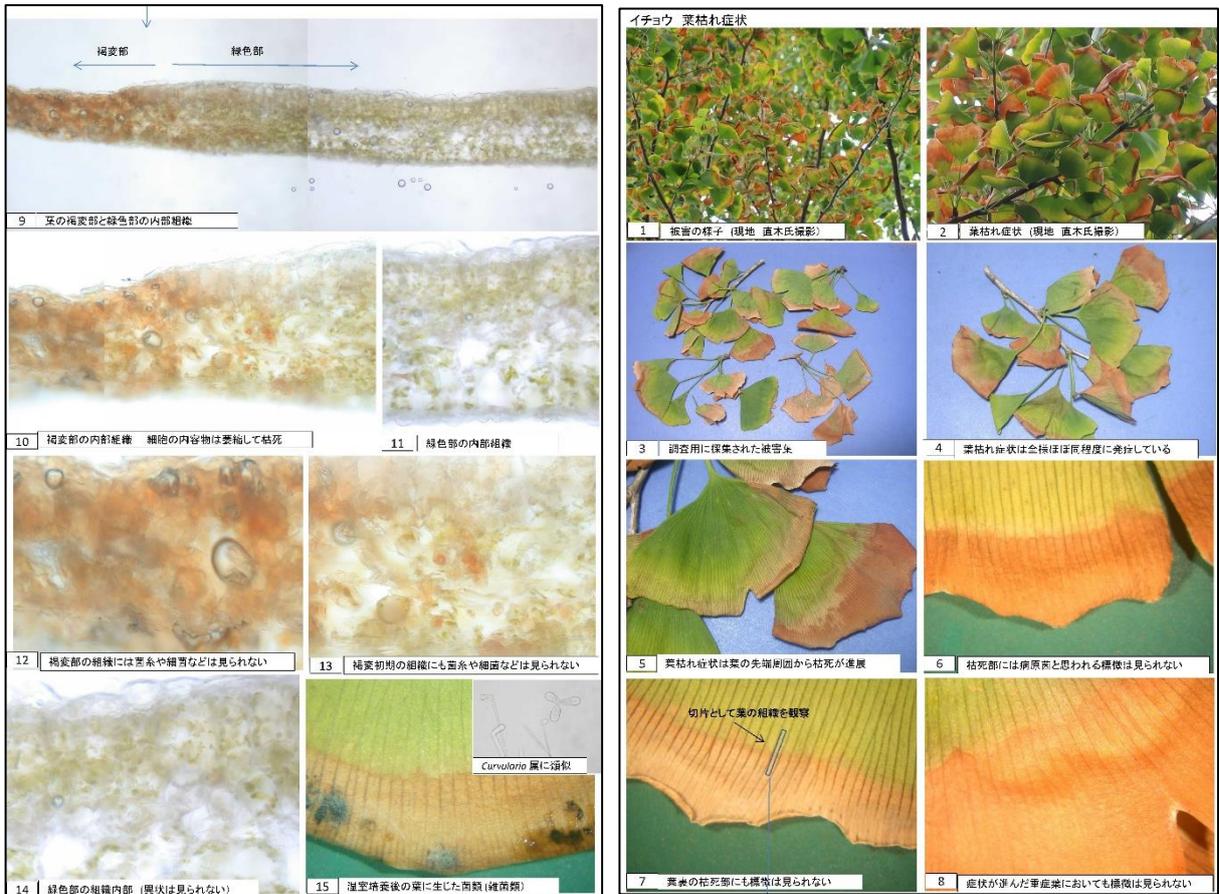
- ・比較に、緑色部の組織では柵状組織、海綿状組織に異状は見られない(写真-11)。
- ・葉の組織内においては褐変部、緑色部共に組織内に菌糸や細菌類は観察されず、病原菌と思われるものは観察されなかった(写真-12~14)。
- ・褐変葉を過湿下に置いて病原菌の出現を促した(温室培養)が、処理5日間後において雑菌と思われる菌(*Curvularia*属 類似菌)以外に菌類の発生は見られなかった(写真-15)。

考 察：イチョウの褐変葉からは病原菌と思われるものは観察されなかった。
 褐変部の組織の調査結果から、
 ①組織の枯死には病原菌類の関与は見られなかったこと、
 ②葉における被害の状況が、企業一律に同様の症状であること、
 などから、伝染性病害などによる被害とは異なることが窺われる。
 褐変症状の原因については不明であるが、原因は伝染性病害などによるものではなく、寒害や乾燥害など気象災害などによる生理的障害の可能性が疑われる。

防除対策：被害は葉の一部であり、樹体には特段の障害にはなっていないと思われることから、樹体の健全維持管理に努めることで回復すると思われる。

以上

令和5年6月8日
 NPO 法人みどりのお医者さん
 樹木医 神田 多



4-3. 個別の原因

イチヨウ並木に影響を及ぼすと考えられる個別原因を以下に記す。

① 西日の影響

前述のストレスにも記されているが、西側 No29-48 は隣接西側がテニスコートで大きく空間が空いており、都道側、東側に比べ直接西日が当る。そのため西日による高温、乾燥、光合成障害、蒸散障害が起きやすい。特に先端部の細く剪定された部に対する影響は大きいと考えられる。

② 土壌硬度と根の伸長不足

環境アセスメントに関わる土壌環境調査で長谷川式現場土壌透水試験と長谷川式土壌貫入試験を行っている。図 3 は検査場所である。イチヨウ並木の西側 No1-10 周辺の土壌は図 3 における⑥-1 に当たり、No29-48 周辺の土壌は⑥-2 に相当する。透水試験結果は良好 (⑥-1) と可 (⑥-2) であるが、土壌貫入試験結果では⑥-1 で× (硬い/不良) 根系発達に障害あり、⑥-2 は×× (固結/不良) 多くの根が伸長困難となっている (GL-11cm より下層)。硬い中でも根は伸びていると考えられるが、100年を経て、新たに伸びることのできる根系域には一定の限界が来ており、新しい根の伸長不足が水分吸収、養分吸収に影響を与えていると考えられる。



図 3 土壌環境調査位置

⑥4列イチヨウ並木	⑥-1	良好
	⑥-2	可
	⑥-3	良好

図 4 現場透水試験結果

⑥ 4列イチヨウ並木 ⑥-1	←	GL から GL-10cm にヘデラと落ち葉の層があり、GL-15cm までは落ち葉層の影響により膨軟である。 GL-16cm より下層は、一部に膨軟な部分も見られるものの、全体的には S 値が 1.0 以下と硬い。 根系発達に障害があり、膨軟化が必要。	× ←
⑥ 4列イチヨウ並木 ⑥-2	←	GL から GL-10cm にヘデラと落ち葉の層があり、膨軟である。 GL-11cm より下層は、S 値が 0.7~1.0 以下となっており、固結しているもしくは硬い。 多くの根の伸長が困難で、膨軟化が必要。	× × ←

図 5 土壌貫入試験結果抜粋

また西側 No34-35 間、44-45 間にはテニスコートが遊園地であった頃の通路がそのまま残っている (写真 18)。根系はかなり分断されていると想定される。撤去し膨軟化する必要がある。

③ ヘデラとの競合

イチヨウの根系域上層にはヘデラカナリエンシスが植えられている。このヘデラは極めて生育旺盛な種類である。一般的には樹木に乾燥害が出るのは夏季の高温時期である。しかしながら西側の評価 D の 5 本については 5 月後半の調査時にすでに黄変・褐変症状が出ている。春の生育途中であるが、



表層の細かい根はヘデラの根
写真 18 西側 No34-35 間の旧通路

気温も夏季ほどではなく、定期的に雨も降る時期である。この時期にイチョウにストレスが加わるのはヘデラとの水分吸収競争ではないかと考えられる。イチョウは3月末ころから新芽を出し、盛んに水分、養分を根から吸収しながら枝葉を伸ばす。葉が大きくなると盛んに光合成を行い水分蒸散も行われる。しかしその時期はヘデラも盛んに成長を行う。写真にあるようにヘデラの根はほぼGL-20cm程度までびっしりと表層を覆っている。イチョウの表層の細根は少ないと言える。成長期の降雨に対する水分摂取競争にイチョウは負けているのでは無いかと考えられ、それが5月、6月と早く、夏季前の時期から水分不足＝生理障害＝ストレスとして黄変・褐変症状を呈しその後も続いて早期落葉に至ったのではないかと想定される。

ただしNo29はヘデラが無い場合、別の理由があると考えられるため、別途記載する。

④ 頂部の樹形

頂部はデザインが優先されて細い円錐形に維持されてきたが、イチョウ側から見ると極めてストレスの大きい形と考えられる。イチョウは本来の樹形は上部の大枝が伸びて広がり垂れるようになる。

写真 19 は 2019 年 2 月の西側神宮側、イチョウは剪定前で都道側が剪定後の写真である。伸びた枝を元のコブまでほとんど剪定している。剪定前の神宮側も 4 年を経てもこの程度しか頂部の枝葉が伸びていないことがわかる。下部の旺盛な枝の伸びに比して上部は厳しい形態となっている。今年の調査においても頂部の葉は小さく、低密で色も薄く、全体として緑量の少ない傾向がある。乾燥、強い日射、蒸散不足といったストレスが最も現れやすい場所と言える。樹木は風が葉裏に当たるのを嫌がることから細い樹形は強風時、風が抜けダメージを受けやすいとも考えられる。



写真 19 剪定前と剪定後のイチョウ



写真 20 仙台のイチョウ

また先端部が早期落葉した場合、図2に示したように翌年の萌芽のためのエネルギー（糖分）の貯蔵は8月以降にしか行われなため、ほとんど貯蔵されず、身を削っての萌芽となり、それが葉の大きさ、色合い、密度などに現れる。早期落葉がなくても葉の量により貯蔵分は比例するため、結果は上部の樹勢・形態となって現れる。

写真 20 は仙台のイチョウ並木である。頂部もある程度ボリュームがある円錐形を呈している。風が内部に入りにくく、先端部と下部の枝葉の形態（葉の大きさ、葉色、密度等）にほとんど差が見られず、結果としてストレスが少ないと言える。

写真 20 は仙台のイチョウ並木である。頂部もある程度ボリュームがある円錐形を呈している。風が内部に入りにくく、先端部と下部の枝葉の形態（葉の大きさ、葉色、密度等）にほとんど差が見られず、結果としてストレスが少ないと言える。

⑤ 100年経過のイチョウ

植栽から100年を経過し、過去の記録（資料3,4）を見ると、

1975年代：神宮外苑敷地内と都道沿いのイチョウの黄葉時期に差が出始めた。

1994年：夏期、都道沿いのイチョウだけが黄葉し始めた。

2020年：西側のNo34, 36, 40, 43, 44に色づけがされている。

100年経過の中で、遊園地からテニスコートへの変更、20年ほど前に西側柵手前の排水管布設のための重機掘削、根系域の変化、樹木自体の老木化等の変化が起きていると考えられる。気候変動もあり、

100年の経過はイチョウに直接・間接的に影響を与えている。

前述したいくつかの原因が最もストレスのかかっている個体に現れたと推測される。黄化・褐変症状は西側5本以外の周辺の個体にも発生しており、まだ早期落葉まで行かないが予備群といえる。硬い土壌環境の中での根域伸長に限界があり、ヘデラとの競合、異常な高温、先端部の葉の少なさと蒸散不足、強い西日による光合成ストレスなどの複合要因が乾燥を助長していると考えられる。

⑥ No29（飲食店内の個体）

飲食店（シェイクシャック）内の No29 には前述以外の要因があると考えられる。当該店舗は 2015 年に建設され、テラス部はインターロッキングブロックで舗装されている。一昨年も早期に落葉し、枯れているとの指摘もあった。今年の芽出し後も葉が小さく、黄色い葉で弱々しさは他の樹と大きな差が見られる。根域はほぼ舗装で覆われヘデラとの競合は見られない。これらのことから考えられる衰弱傾向の原因は、一つはインターロッキングの舗装や通路布設による踏圧や土壌の固結、根系域への水分供給不足（乾燥）、年々の早期落葉による衰弱化がある。もう一つは、建設前に水分・養分を供給していた根域の一定部分が全く機能しなくなっていると考えられる。これはおそらく建築躯体及び通路・デッキ下部の根が相当する。これらの部分の根が建設前は順調に機能していたが、構造物下、水分供給遮断等で全く機能しなくなり、根と上部の枝



写真 21 上部が枯れたイチョウ

葉は連結しているため、その影響が先端部から中間部にまで影響を及ぼしていると思われる。大木であるから、機能が低下しても症状として現れるには数年を要すると考えられる。現状、その部分の根は衰弱・枯死に至っていると思われ、上部への新たな養水分供給のための新根が出ない、出にくい状態が継続していると推察される。5本の中で最も危険な状態であり、いつ上部枯死に至っても不思議ではないだろう。

1段上がったドア手前のデッキ部にある株立ちのイチョウも、既に上部枯死し、断幹された部分からの萌芽樹形になっている。建設により No29 以上に根域に大きな影響があったと考えられ、この二の前の兆候が No29 に出ていると考えられる。

1. イチョウ並木の経緯

1) イチョウ並木の経緯

1889年(明治22年)前後	・練兵場設置 ・それ以前、江戸時代には青山下野守の屋敷のほか御家人甲賀組などの屋敷、寺院、下町となっていた(江戸情報図参照)。
1908年(明治41年)	*折下吉延氏により、新宿御苑のイチョウから銀杏が採取され御料地の苗圃に蒔かれた。(「平成イチョウ百話」より)
1914年(大正3年)	・外苑敷地の決定をした。
1915年(大正4年)	・御料地が明治神宮造営の敷地となった。 *上原敬二氏により、秋に北参道入り口のイチョウの種子が採取され苗圃に蒔かれた。翌年発芽。(「人のつくった森」より)
1916年(大正5年)	・外苑の計画が具体的に検討された。
1916年(大正7年頃)	・明治神宮外苑造成決定した。 *苗圃の実生イチョウの選抜、育成開始。 ・外苑造成の基礎調査(測量、土壌調査など)。 土壌はしめ固められ、赤土が露出。 表土深度図、植栽基盤の造成計画の作成。
1923年(大正12年)	・植樹体全域に肥沃土を厚さ2尺ほど客土。 *イチョウ(並木)の植栽完了。 大きさ最大樹 樹高20尺、目通り周1尺5寸 大きさ最低樹 樹高13尺、目通り周7寸5尺 総数146本(雄木44本、雌木102本を樹高順に青山から絵画館に向かって植栽した)。
大正12年9月 関東大震災	
1926年(大正15年)	・外苑造成工事完成。 *並木植栽後毎年樹形の調整を行った。 樹高の調整(高低順)。 枝透かし剪定を行った。
昭和初期～	*人糞による施肥。 *成長記録作成(「肥培調書」)。
1942年～1949年(昭和17年～24年)	*イチョウの剪定作業なし。 *24年以降枝透かし剪定開始。

1945年(昭和20年)	・東京大空襲で外苑罹災し約1800本の樹木が被害を受けた。
1945年～1952年(昭和20年～27年)	・外苑のほとんどを連合軍が接收。
1955年代(昭和30年代)	*枝を1m間隔にする枝払いをした。
1959年～1960年(昭和34年～35年)	*大枝の切り下ろし剪定を行った。 *この頃から4年程度に1度の剪定が行われ始めた。
1975年代～(昭和50年代)	*神宮外苑敷地内のイチヨウと都道沿いのイチヨウの黄葉時期に差が出始めた。 透水性ポリコン管を埋設。 棒状化成肥料の投与。 植栽樹内の一部にオカメズタ植栽。
1994年(平成6年)	*夏期、都道沿いのイチヨウだけが黄葉しはじめた。
1995年(平成7年)	*冬期、4年に1度の定期的剪定をおこなった。 → その時、5年一回に一回 *平成7年3月:街路樹樹勢調査委託報告書
1996年(平成8年)	*樹勢回復工事実施 別添資料参照
2005年(平成17年)	*平成17年3月:絵画館前イチヨウ並木調査委託報告書 *平成17年 樹勢回復工事 別添資料参照

報 告 書

令和2年 10月

成和造園株式会社

1 調査概要

- ・調査個所 東京都港区北青山2-1 都道414号線 神宮外苑イチョウ並木
- ・樹木管理者 明治神宮外苑
- ・調査樹木 イチョウ
- ・調査内容 イチョウの葉の褐変症状の原因究明と対処法の検討
- ・調査者 葉の調査 東京都病虫害防除所
 対処法の検討 根岸 隆 (樹木医認定 第1682号)

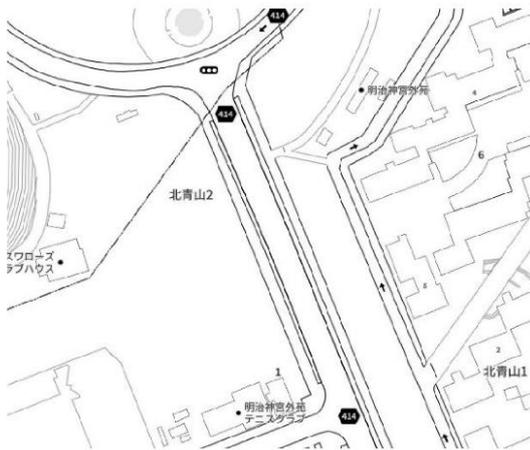


図1 調査対象地 位置図

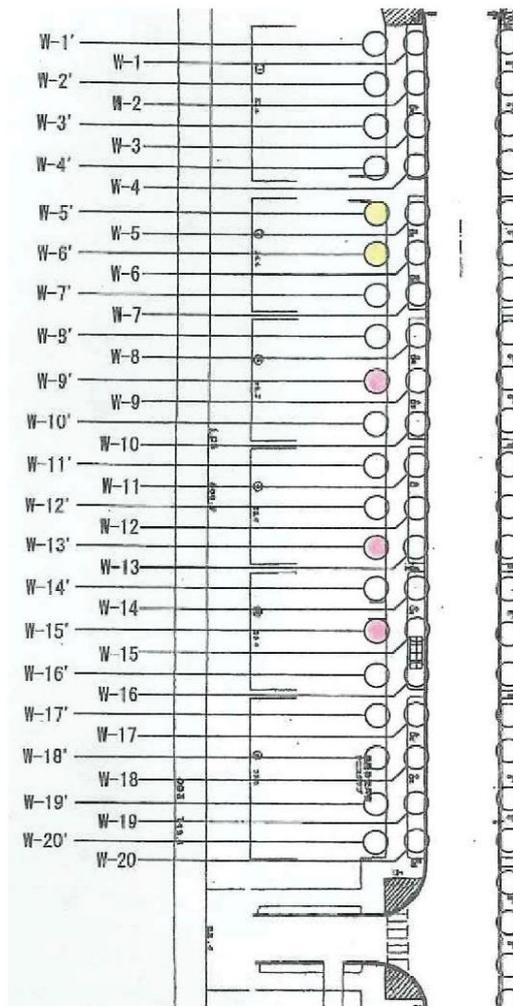


図2 調査対象樹木 位置図

5. 考えられる対策

前項の原因を考慮し、考えられる対策を記す。但し範囲は飲食店から西側のNo31～48とし、No29, 30（飲食店内の個体）は別個にその対策を示す。

5-1. ヘデラの除去

春の成長時期からの水分吸収においてイチョウの水分根の水分と強壯なヘデラの根が競合することは前項で述べた。写真 21 においても表層はヘデラの根がびっしりと地表を覆っており、その下部にイチョウの根が伸びている。この競合をなくすため、ヘデラを根まで丁寧にイチョウの根系を傷めないように、手作業で除去する。範囲は西側緑地内のヘデラすべてである。



写真 21 表層のヘデラの根群と下部のイチョウ

5-2. 通路の除去

テニスコートが遊園地の時代にイチョウ並木側から車輛が入れるよう敷設されたであろう旧通路が 3 箇所確認されている。表層根系調査で記載したように舗装は撤去されておらず、根系伸長の分断・阻害の要因となっている。舗装上部にヘデラの根と共にイチョウの根も存在するが、十分に注意しながら舗装と下部の碎石を撤去し、埋め戻しは良質土により行う。

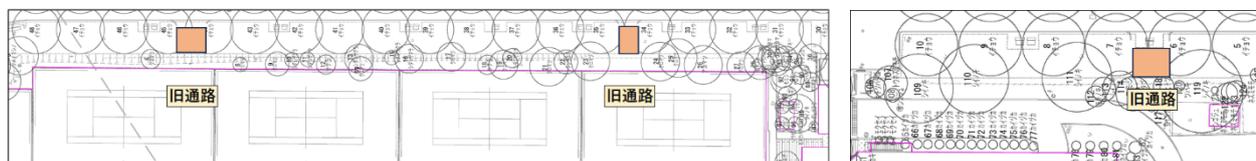


図 6 旧通路位置

5-3. 硬い土壌の膨軟化

長谷川式土壌貫入計を用いた調査において土壌の硬さと固結部分があることが明らかになっている。点状の調査であるため、緑地帯全域については不明であるが、硬い部分が多くあることと、100 年を経て新たな根系伸長に対して厳しい土壌環境になっていると考えられる。イチョウの根を極力傷めずに膨軟化する手法としては水圧や空気圧による土壌改良手法がある。水圧の場合は薄めた液肥を併用しながら行うことができる利点があり、全域を 50cm ピッチ（4 本/m²）深さ 80cm～100cm 内外で行うことが望ましい。範囲は西側神宮側緑地 No31-48 のヘデラ部分のすべてである。

さらに下に硬い層がある場合はピックの併用も検討する。しかし根に傷を付けないことを優先することから、一度の施工ではなく樹勢の経過観察を行いながら 1～2 年の間隔で継続的に実施することを提案する。

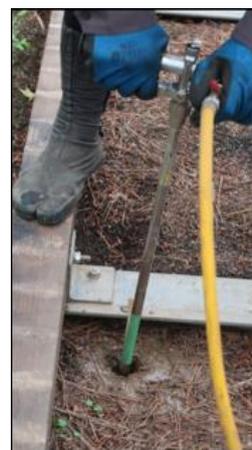


写真 22 水圧穿孔事例

5-4. 灌水システムの設置

ヘデラとの水分競合、夏季の高温などイチョウにとって水分供給不足は致命的である。ストレス解消の為には根系域に十分な水の供給は不可欠と考えられる。そのためには灌水設備を根系域全体に設置することが必要である。灌水パイプによる自動灌水であれば早朝や夜間灌水も可能になる。範囲としては飲食店を含む No.29～48 のエリアで、歩道縁石からテニスコートフェンスまでが必要である。



図 7 灌水計画平面図

5-5. 稲ワラマルチと防草シート布設

自動灌水を行った場合においても衰弱傾向のイチョウについては稲ワラマルチを行い乾燥に対し万全を期すことが必要である。今年の猛暑時期でも根回し樹のマルチ下部は湿っていた。ワラはストローに空気が充満しており、断熱と保湿効果が極めて高いことが知られている。しかし欠点として1年で腐ってしまう。その防止のためには上に防草シート布設が最も効果がある。そうすれば紫外線劣化が防げ、2～3年は維持が可能である。範囲としてはNo29～44（旧通路）まで、縁石からテニスコートフェンスまでの間である。



写真 23 ワラの下の状態

別の視点から見るとヘデラは緑地の乾燥防止と地温上昇防止効果を有している。裸地に灌水パイプを布設しても夏季の高温では地表面はすぐに乾燥してしまう。また灌水パイプにより細根が地表面に集まる傾向が知られている。深くまで灌水や降雨の湿潤を維持するには稲ワラマルチと防草シートの組み合わせが必要である。



写真 24 根回し樹の稲ワラマルチ事例



写真 25 稲ワラマルチと防草シート事例

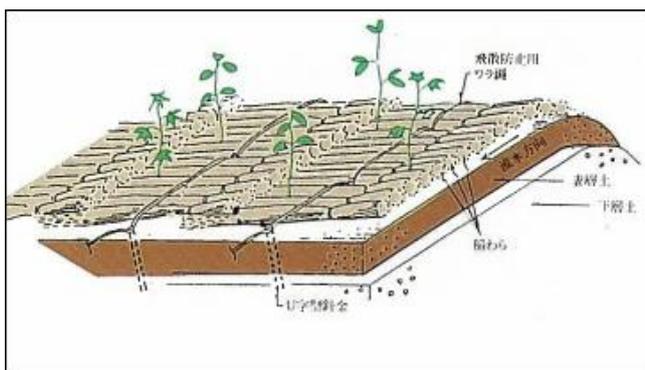


図 8 ポット苗への稲ワラマルチ仕様図



写真 26 移植高木の稲ワラマルチ

5-6. 維持すべき基本樹形の再設定

2022年12月において頂端から1/4程度の無剪定を提案したが、実際は剪定が行われた。頂部の樹勢維持、ストレス現象には枝葉の充実が不可欠である。妻側の個体は日当たりも良く、枝葉が充実した樹が多いが、他は細すぎるといえる。写真11にあるように4年間無剪定でも上部の枝の伸びは少ない。また樹高の最小～最大が23.5～33.5mと10mも差がある。4列の樹高平均でも26.8～30.6mと4m近い差が生じている。頂部のストレスを少なくし、蒸散・密度・緑量増大のため関係機関において調整の

上、適切な樹高による基本樹形の再設定が必要である。

5-7. No29（飲食店内）に対する対策

No29、30 は飲食店のテラス内にあり、インターロッキングブロックで舗装されている。建物建設と舗装布設により、建設以前のイチョウの根系の状態に対し、大きな変化を及ぼしたと考えられる。現状建物部（1段高いデッキ部含む）については、建築撤去時まで土壌改良は難しく、舗装部の改良を考える。まずはインターロッキングブロックとその下の路盤（砕石・砂）の全面撤去を行い、水圧で膨軟化を行う。その後全面に自動灌水と稲ワラマルチ布設を行い、舗装に変わる表層仕上げはデッキ形状（ウッドデッキ）とし、根系への踏圧を防ぐ構造とする。



写真 27 左側が1段高い建築部

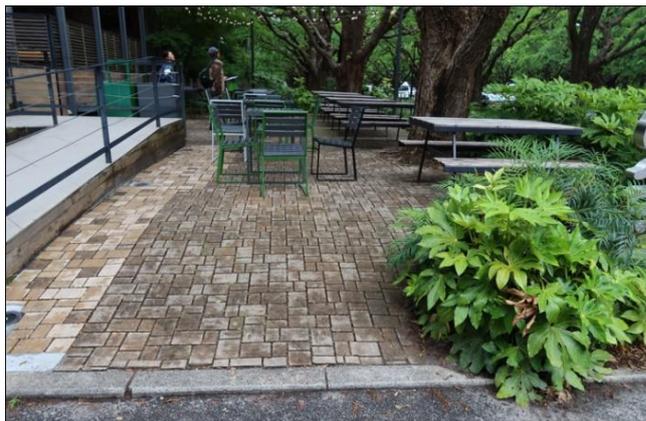


写真 28 インターロッキング部

6. 対策確認のための必要事項

前項で示した対策の効果を把握し、場合によっては対策手法の再考を行う目的で、下記の事項を行う必要がある。

6-1. モニタリング

今年においてもイチヨウ並木全体（146本）、年3回の活力度調査、2回の規格測定、芽出し後4月～11月までの写真撮影を行った。これらを継続しながら、特にD評価の個体5本と西側の個体（No29～48）について入念な観察を行う。

6-2. 土壌水分の把握

明治神宮外苑管理部により、定期的にイチヨウ間の決めた箇所でテンションメーターによる土壌水分の測定を行っている。それにより土壌水分の過剰・適湿・乾燥が把握でき、灌水量が適正かどうかの状況把握が可能になる。引き続き継続的な情報交換を行う必要がある。

6-3. デンドロメーターの設置

デンドロメーターは数分おきに幹周を測定できるデータログを内蔵した測定機であり、 μm ～ mm 単位で測定経過が把握出来る。幹周には樹体の状況が最も顕著に現われる。健全な個体と衰退している個体に設置することにより、健全な個体の幹周の成長量と衰退している個体樹の成長量、及び対策による改善効果を年・月・週・日単位で確認することが可能になる。仮に衰退している個体が健全な個体に近い成長になれば、対策の効果が表れていることになり、反対の結果が出れば対策の効果が薄く、再考と処置が必要になる。幹周の成長量の変化は数年単位で見ていく必要があり、衰弱木と健全な比較樹に8基程度の設置が必要である。

2. デンドロメーターによるNo12,13の幹測定（試験測定）

幹周デンドロメーター（日本環境計測MIJ-02-Type3）

幹周の成長を μm 単位で10分間隔でデータログに記録する。

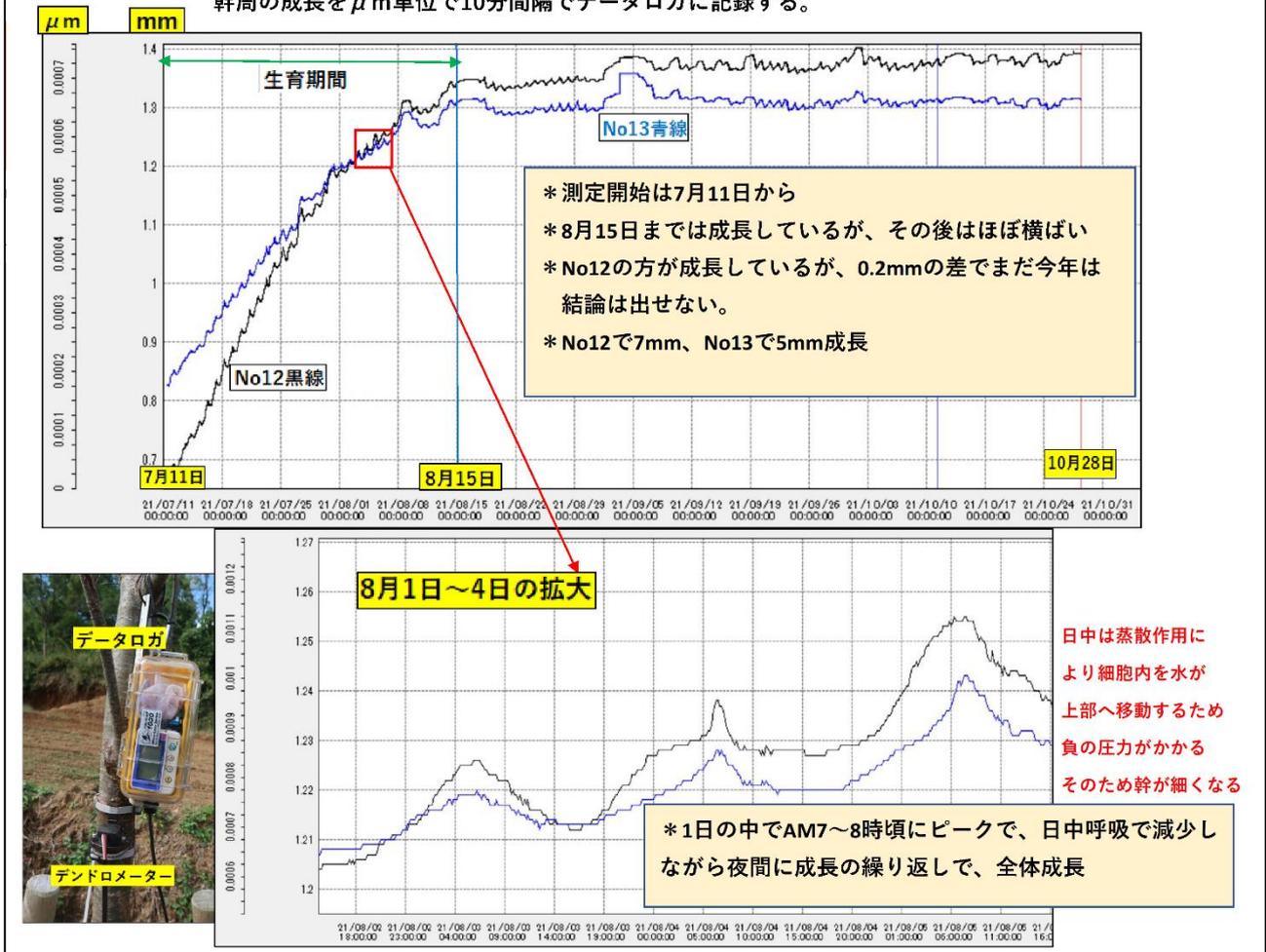


図 10 デンドロメーター測定事例

6-4. 気象状況の把握

昨今の気象では少し地点が異なると、降雨量などは全く異なるケースが多発している。樹木の長期的経過を見て行くには微気象の把握が必要であり、樹木が異常を起こした際の気象的要因を想定する上でも長期的に気象状況をまとめておく必要がある。