

1.3 都市公園・道路空間等の緑の確保に関する研究

10) 道路緑地の設計手法に関する研究	
【道路調査費】	43
11) 樹木の根上り対策に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	45
12) 台風による倒木被害対策に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	51

道路緑地の設計手法に関する研究

Study on the road greening design for improvement of landscape and environment in roads

(研究期間 平成 15 年度～19 年度)

－わが国の道路緑地の現況－

The road greening of Japan 2007

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長 松江正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 武田ゆうこ
Senior Researcher Yuko Takeda

Street trees are effective on improving landscape, environment, and human amenity. In this study, we investigated about the rate of street trees planting, a road tree planting trees number, and tree name for the purpose of grasping the present condition of road tree planting of our country. This road for investigation is the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, all prefectures, cities, towns and villages, a district road public corporation, and a road that a road relation public corporation manages.

【研究目的及び経緯】

道路の緑化は、街路樹、環境施設帯、のり面緑化などさまざまな所で行われ、緑陰や良好な景観の形成、生活環境の保全、交通安全、防災など多岐に渡って貢献しており、地球温暖化が深刻となっている現在では、CO₂の吸収源としての役割が期待されている。道路緑化を円滑、着実に進めるためには、道路緑地の計画・設計・施工・管理に対して効果的、効率的な指針が必要となるが、指針となるべき道路緑化技術基準は昭和63年以降改正されておらず、近年の道路構造令の改正も含め、現状に即した基準の改正が求められている。

今年度は、道路緑化技術基準の改訂に向けて、全国の道路緑化の現況を把握するため、平成18年度末の全国の道路法上の全道路を対象に、道路緑化樹木現況調査を行い、結果の集計・分析を行った。

【研究内容】

平成19年3月31日現在供用済みの道路法上の道路全てを対象として、道路緑化樹木本数を樹種別に調査した。調査対象機関は国土交通省地方整備局、北海道開発局、都道府県、総合事務局、政令指定都市、市町村、高速道路会社(旧公団等)、調査対象道路の種別は、一般国道(直轄)、一般国道(補助)、都道府県道、市町村道、高速道路、一般有料道路である。

【研究成果】

(1) 全国の街路樹

① 本数の推移

全国調査の始まった1987年からの街路樹本数の推移は、図1のとおりである。

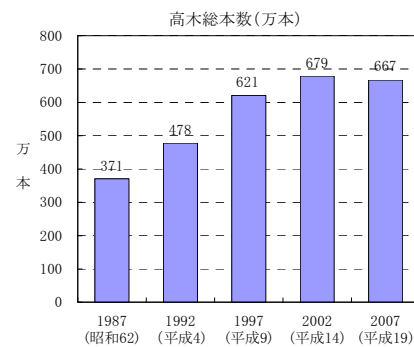


図1 全国の高木本数の推移

高木は、1987年から1992年の5年間で107万本、1997年までの5年間で143万本、2002年までの5年間で58万本増加したが、2007年の5年間で12万本の減少となっている。また、図2のとおり、道路延長あたりの本数の推移を見ても同様の傾向が伺える。

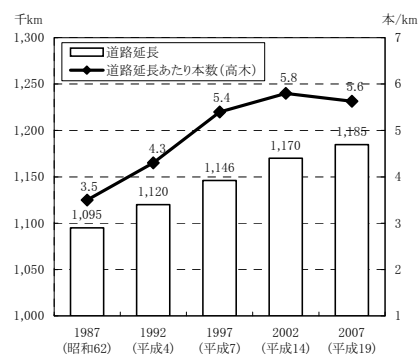


図2 道路延長あたりの高木本数の推移

②樹種及び樹種数の推移

1987年は330種、1992年は500種と増加してきたが、その後は横ばいである。500種が街路樹として用いられる樹種の上限と思われる。

一方、上位5種、10種の割合は、全国調査となった1987年には上位5種で35%、上位10種で50%となり、これ以降上位5種、10種の割合は2007年までほとんど変わっていない。総樹種数約500種のうち街路樹として多用される樹種はそれほど多くはない。次に、上位10種の推移は、表1のとおりである。

イチョウ、サクラ類、ケヤキ、トウカエデ、クスノキ、プラタナス類、ナナカマド、の7種は20年間上位10種に毎回入っており、イチョウ、サクラ類の上位2つは変わらないものの、その他の樹種の傾向は変化している。1987年には3位であったプラタナス類

が毎回順位を落としている一方、ケヤキが1987年から2007年の間で3倍以上になった。

(2) 地域ごとの特徴

地域ごとの2007年における高木植栽本数の上位10種は、表2のとおりである。わが国は南北に長く、気候帯は亜寒帯、冷温帯、暖温帯、亜熱帯にまたがっているため、地方別に樹種の特徴が見られる。イチョウ、サクラ類、ケヤキは全国どこでも用いられる代表樹種となっているが、北海道ではナナカマド、ハルニレ、シラカンバ、東北ではナナカマドなどの亜寒帯や冷温帯を中心に見られる樹木、近畿以南ではクスノキ、クロガネモチ、マテバシイなどの常緑広葉樹が上位を占めているのが特徴である。

[まとめ]

右肩上がりでの公共投資や環境問題に対する関心の高

まりなどからその数を伸ばしてきた街路樹であるが、2002年以降は減少傾向にあり、最近の経済状況、公共事業を巡る動きを見ると、今後も同様の傾向が続くと思われる。量の増加が望めない中、質の向上が重要となっており、地域特性に合った樹種の選定や維持管理の推進が望まれる。

[成果の活用]

これまでの成果を基に、委員会等において、具体的な議論・検討を行い、最終的には基準の通達及び同解説の発刊を目的に進める予定である。

表1 高木の上位10種の推移

単位:千本

順位	1987 (昭和62)		1992 (平成4)		1997 (平成9)		2002 (平成14)		2007 (平成18)		対前 割合 %
	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	
1	イチョウ	486	イチョウ	552	イチョウ	591	イチョウ	619	イチョウ	572	92
2	サクラ類	260	サクラ類	346	サクラ類	428	サクラ類	520	サクラ類	494	95
3	プラタナス類	258	ケヤキ	305	ケヤキ	412	ケヤキ	476	ケヤキ	478	100
4	トウカエデ	238	トウカエデ	281	トウカエデ	317	ハナミズキ	343	ハナミズキ	333	97
5	ケヤキ	133	プラタナス類	251	クスノキ	247	トウカエデ	330	トウカエデ	317	96
6	カン類	129	クスノキ	193	プラタナス類	229	クスノキ	286	クスノキ	271	95
7	クスノキ	128	ナナカマド	162	ハナミズキ	210	プラタナス類	205	モミジバフウ	196	132
8	ナナカマド	110	日本産カエデ類	140	ナナカマド	193	ナナカマド	196	ナナカマド	196	100
9	シダレヤナギ	109	モミジバフウ	120	シラカシ	179	サザンカ類	176	プラタナス類	163	80
10	ニセアカシア	106	マテバシイ	112	日本産カエデ類	144	モミジバフウ	149	日本産カエデ類	146	109
	総本数	3,708	総本数	4,785	総本数	6,208	総本数	6,786	総本数	6,675	98

表2 高木の地域別上位10種

順位	北海道		東北		関東		北陸		中部	
	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数
1	ナナカマド	147,199	ケヤキ	52,700	イチョウ	187,226	ケヤキ	42,885	トウカエデ	80,888
2	イチョウ	67,177	サクラ類	42,908	ハナミズキ	158,567	イチョウ	26,678	イチョウ	80,125
3	サクラ類	63,662	イチョウ	39,146	サクラ類	137,249	サクラ類	23,546	サクラ類	64,799
4	アカエゾマツ	58,069	ナナカマド	35,549	ケヤキ	115,486	ハナミズキ	20,207	ハナミズキ	60,428
5	日本産カエデ類	56,532	トウカエデ	31,088	トウカエデ	90,921	アカマツ・クロマツ類	13,580	ケヤキ	54,765
6	ハルニレ	47,729	ハナミズキ	22,493	マテバシイ	62,720	トウカエデ	10,378	ナンキンハゼ	42,850
7	ニセアカシア	39,145	ユリノキ	13,073	ユリノキ	57,885	モミジバフウ	9,197	モミジバフウ	34,652
8	プラタナス類	39,003	日本産カエデ類	11,382	プラタナス類	58,816	サルズベリ類	8,408	クスノキ	33,590
9	シラカンバ	38,525	プラタナス類	11,111	クスノキ	50,850	シラカシ	7,149	シラカシ	29,501
10	ブンゲンストウ	32,532	アカマツ・クロマツ類	10,576	キョウチクトウ	45,341	ヤマボウシ	6,570	日本産カエデ類	26,534
総本数	961,296		439,338		1,662,598		270,126		869,317	
	近畿		中国		四国		九州		沖縄	
順位	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数
1	イチョウ	109,488	ケヤキ	29,095	モミジバフウ	40,111	ケヤキ	66,501	フクギ	33,461
2	ケヤキ	102,483	モミジバフウ	28,287	クスノキ	23,818	サクラ類	64,428	リュウキュウマツ	26,169
3	クスノキ	96,036	クスノキ	23,257	マテバシイ	17,905	クロガネモチ	51,889	リュウキュウコクタン	25,383
4	トウカエデ	69,408	サクラ類	21,942	ケヤキ	13,611	イチョウ	44,803	テリハボク	15,086
5	サザンカ類	67,586	サザンカ類	18,280	クロガネモチ	10,441	クスノキ	41,915	ホルトノキ	12,388
6	サクラ類	62,809	イチョウ	12,099	ヤマモモ	10,024	ホルトノキ	31,458	モモタマナ	12,033
7	シラカシ	41,493	クロガネモチ	11,653	カナメモチ類	8,656	トウカエデ	20,199	イスノキ	11,150
8	ハナミズキ	36,811	プラタナス類	10,633	イチョウ	7,946	ハナミズキ	18,099	ガジュマル類	10,960
9	カン類	36,561	ヤマモモ	9,659	サクラ類	7,872	ナンキンハゼ	17,770	アカギ	9,445
10	ナンキンハゼ	32,057	マテバシイ	9,084	ハナミズキ	7,667	モミジバフウ	17,144	ホウオウボク	8,483
総本数	1,101,415		298,767		233,633		586,932		251,480	

樹木の根上り対策に関する調査

Research on countermeasures for infrastructure damage by tree roots

(研究期間 平成 18～20 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長 松江正彦
Head Masahiko Matsue
主任研究官 飯塚康雄
Senior Researcher Yasuo Iizuka

To examine effective countermeasures for infrastructure damage by tree roots, we conducted planting tests using the planting trees in Uminonakamichi Seaside Park. We also investigated street trees in Fukuoka city and found the tree species and the planting environment that most likely result in damages to the infrastructure by its tree system.

〔研究目的〕

公園においては、地表面近くに伸長する樹木の根の肥大化により園路等が持ち上がる被害状況がみられ、ユニバーサルデザイン化を進めるのにあたり大きな問題となっている。この問題に対応するため、根系による被害の実態を把握して根上りの生じやすい植栽環境を抽出することにより、園路等の設計時の留意点を整理するとともに、既に植栽されている樹木の根上りに対して工作物や管理技術で防止する方法の確立を目的としている。

〔研究内容〕

平成 19 年度は、効果的な根上り対策を検討するための植栽試験を国営海の中道海浜公園の植栽木を対象として行うとともに、福岡市内の街路樹について根上り実態調査を行うことにより根上りの生じやすい樹種や植栽環境を把握した。

〔研究成果〕

1. 根上り対策試験

1. 1 試験方法

国営海の中道海浜公園内の根系により構造物に被害を及ぼしている樹種を対象として、その対策を検討して試験施工を行った。

試験施工後は、施工直後の樹木活力などの生育状況について調査を行うとともに、対策工毎の施工コストについても整理して対策工を選定する際の基礎資料としてとりまとめた。

1. 2 試験結果

(1) 試験対象樹木の選定

試験対象木は、以下の 2 タイプの構造物被害を起している代表的な樹種として 3 樹種を対象木とした。

- 1) 園路脇に植栽され舗装に凹凸を発生させている樹木
 - ①カツラ (動物の森)
 - ②サクラ (西側サイクリングロード脇)
- 2) 植樹柵に植栽され舗装に凹凸を発生させている樹木
 - ③モミジバフウ (子供の広場)

	全景	根元周辺
カツラ		
サクラ		
モミジバフウ		

写真 1 試験対象樹木の状況

(2) 根上り対策の検討及び試験施工

今回の根上り対策は、既に植栽されている樹木による構造物への被害を軽減するための対策である。そのため、昨年度の成果等から整理して以下の対策を考えた。さらに、それらの対策の組合せと異なる規格での比較ができるよう、各樹種に対する試験施工計画を立案(表 1)して、施工を行った。

1) 根系伸長制御のための対策

①根切り

構造物へ被害を修復するために、発生原因である根系を刃物等で切断して除去する(写真 2)。その際、切断面の養生と必要により支柱を行う(写真 3)。今回、切断の対象とする根系は、根系遮断シートを設置する深さまでにあるものとした。また、支柱を施す根は直径 10cm 以上

表1 試験施工計画及び施工写真

樹種	試験No.	本数	対策工	施工図	施工写真
カツラ	I-1	4本	アスファルト舗装と植栽地との境界(緑石の植栽地側)で根切りをし、H600の根系遮断シートを設置する。		
	I-2	4本	方法はI-1と同様とし、根系遮断シートをH300で設置する。		
	未対策	4本	現状のまま。		
サクラ	II-1	2本	アスファルト舗装と植栽地との境界(緑石の植栽地側)で根切りをし、H600の根系遮断シートを設置する。さらに、太根に対して根系誘導シートを設置して、根系を圃地側に積極的に誘導する。		
	II-2	2本	アスファルト舗装と植栽地との境界(緑石の植栽地側)で根切りをし、H600の根系遮断シートを設置する。		
	未対策	2本	現状のまま。		
モミジバフウ	III-1	2本	平板舗装と植樹樹の境界(緑石の舗装地側、四方向)で根切りをし、H600の根系遮断シートを設置する。		
	III-2	2本	方法はIII-1と同様とし、根系遮断シートをH300で設置する。		
	III-3	2本	平板舗装と植樹樹の境界(緑石の舗装地側、四方向)で根切りをし、その外側に植樹樹を拡大(平板1枚分w450)し、拡大部分を土壌改良する。土壌改良外側をH600の根系遮断シートで囲う。		
	III-4	2本	方法はIII-3と同様とし、根系遮断シートをH300で設置する。		
	III-5	2本	平板舗装と植樹樹の境界(緑石の舗装地側、四方向)で根切りをし、H300の根系遮断シートを設置する。その外側(平板1枚分w450を四方向)に根系誘導耐圧基盤を設置する。		
	III-6	2本	平板舗装と植樹樹の境界(緑石の舗装地側、四方向)で根切りをし、その外側に植樹樹を拡大(平板1枚分w450を四方向)し、拡大部分を土壌改良する。土壌改良部分の外側をH300の根系遮断シートで囲い、その外側(平板1枚分w450を四方向)に根系誘導耐圧基盤を設置する。		
	III-7	2本	平板舗装と植樹樹の境界(緑石の舗装地側、四方向)で根切りをし、その左右両側方向のみ(平板5枚分w1,800、D2,250)に根系誘導耐圧基盤を設置する。根系遮断シートは、拡張方向の端部にH600、当初の植樹樹と根系遮断シートの境界部にH300を設置する。		
未対策	2本	現状のまま。			

の太根を対象とし、カバーを掛けた上からアンカーで固定した。

②根系遮断

構造物の地下への根系伸長を防止するために、障害物(シート等)を設置して物理的に遮断する。遮断する深さは、表層に伸長する根を対象としたH300mmと深層までの根系を遮断するためのH600mmの2タイプとした。根系遮断シートに用いられている素材には、市販品でも塩ビシー



写真2 根切り



写真3 アンカー式支柱



写真4 根系遮断シート

トから板材、化学的合成剤まで多種多様あるが、今回は、施工性に加えて徹底的な防根を目的とするため、屋上緑化などで用いられている塩ビ製(エチルビニルアルコール製)の防根シート(厚1mm、カーボン色系)を2枚重ねで使用した(写真4)。重ねて使用する理由は、埋戻し等の際に、片側が傷付いても2枚が傷付くことはないと考え、重ねることにより確実な防根を図ることとした。

③根系誘導

根系を意図的に誘導する必要がある場合には、誘導したい方向に障害物(シート等)で誘導路をつくる。根系誘導シートを設置する深さと範囲については、根系遮断シートの検討に準じて、深さはH600mmとし、幅は土壤改良の範囲を基準に、最低、誘導用シートを設置できる幅W300mmとした。また、設置の範囲については、現地にて



写真5 根系誘導シート

誘導する範囲を状況に合わせて設定した。根系誘導シートの素材は、基本的に根系遮断シートに用いられている素材と同じ

ものが使用できると考えられるが、今回は、特にその確実な効果を確認するため、表面がなめらかで、滑りが良く、より緻密なシートを用いることとした(写真5)。

2) 根系伸長空間確保のための対策

①植栽基盤の拡大

狭小な植栽基盤を拡大するため、平板舗装を取り外して植樹枠を拡大し、その範囲を土壤改良することに



写真6 植樹枠の拡大(土壤改良)

により根系生育範囲を確保する(写真6)。土壤改良は、根系誘引ならびに根系空間の確保を主たる目的に、副次的に根切り部分の早期根系発達を促し、根系による樹木支持を早期に確保することとする。

本試験施工では、試験対象地の砂質土壌という植栽基盤条件と照らし、元の土壌にバーク堆肥(体積比で20%)を混入・攪拌して埋戻すことにより、肥料分を補って早期の根系発達を促すこととした。改良の深さは、根系遮断シートの設置深さ(H300mm、H600mm)と同様とした。

②構造物地下の根系誘導空間整備

根系伸長空間に制約があり植栽基盤の拡大が不可能である場合には、舗装構造の地下に根系誘導耐圧基盤を整備する。



写真7 根系誘導耐圧基盤

根系誘導耐圧基盤は、根系が伸長しても根系が生育できる養分と気層を保持することができ、さらに浮上り等の被害を発生させずに舗装としての支持強度も確保できる基盤材である(写真7)。設置の深さは、舗装表面下240mmから土壤改良深さまでとした。

3) 試験施工における効果検討

試験施工における効果検討項目は以下のとおりであり、今後の追跡調査により各種根上り対策工の効果を確認する。

①根切りによる影響

根系の切断が樹木生育に及ぼす影響を確認する。

②根系遮断シートの設置深さ

次の設置深さの違いによる根系遮断の効果について確認する。また、樹種による違いも確認する。

- ・H300mm：表面に発達する根系(根上り被害の直接要因)を防ぐ深さ
- ・H600mm：被害を及ぼすと考えられる根系の拡大を絶

対的に阻止する深さ

③根系誘導シートの有効性

シートによる根系誘導の可能性を確認する。

④植栽基盤拡大の有効性

植栽基盤を拡大し土壌改良を行うことによる効果を確認する。

⑤根系誘導耐圧基盤の有効性

舗装下に設置した根系誘導耐圧基盤の効果を確認する。

⑥費用対効果

施工コストを算出することにより、費用対効果を検証するための基礎データとする。

4) 試験対象木の施工後の生育状況

試験施工の実施は12月ならびに2月としたため、樹木成長等の活動は停止していた。このため、施工直後の生育状況の変化については、詳細な状況を確認することはできなかった。

5) 施工コスト

施工コストは、各対策工に費やした作業員数や機器損料、材料費等から樹木1本あたりの施工単価を整理した(表2)。

最も安価だったのは、舗装工事と土壌改良を行わずに根切りと根系遮断シートの設置のみを行ったサクラ(Ⅱ-1)の12,000円/本(施工延長6m)であった。舗装工事を行い他の条件はサクラ同様のカツラ(Ⅰ-1)では、施工延長3mであるにも関わらず22,000円/本と大幅に増加した。さらに、根系誘導シートの設置と土壌改良を加えると37,000円/本(施工延長6m)になった。

植栽に植栽されているモミジバフウでは、根系遮断シートの設置のみのⅢ-1と土壌改良も行うⅢ-3、同じ方法で根系遮断シートの深さが異なるⅢ-2とⅢ-4が同じ金額になった。これはⅢ-1とⅢ-2において行われる平板舗装の修復が、Ⅲ-3、Ⅲ-4では植栽基盤を拡幅することにより平板舗装を取り外してしまうために

表2 施工コストの比較

樹種	試験 No.	対象本数	1本あたりの施工延長	舗装の撤去及び修復	根系遮断の深さ	根系誘導の深さ	土壌改良	根系誘導耐圧基盤	1本あたりの施工単価(円)
カツラ	Ⅰ-1	4本	3m(片側)	幅400mm(アスファルト)	600mm	なし	なし	なし	22,000
	Ⅰ-2	4本	3m(片側)	幅400mm(アスファルト)	300mm	なし	なし	なし	17,000
	未対策	4本	—	—	—	—	—	—	—
サクラ	Ⅱ-1	2本	6m(片側)	なし	600mm	600mm	幅400mm 深さ600mm	なし	37,000
	Ⅱ-2	2本	6m(片側)	なし	600mm	なし	なし	なし	12,000
	未対策	2本	—	—	—	—	—	—	—
モミジバフウ	Ⅲ-1	2本	7.2m(周囲)	幅450mm(平板)	600mm	なし	なし	なし	69,000
	Ⅲ-2	2本	7.2m(周囲)	幅450mm(平板)	300mm	なし	なし	なし	52,000
	Ⅲ-3	2本	9m(周囲)	幅450mm(平板)	600mm	なし	幅450mm 深さ600mm	なし	69,000
	Ⅲ-4	2本	9m(周囲)	幅450mm(平板)	300mm	なし	幅450mm 深さ300mm	なし	52,000
	Ⅲ-5	2本	9m(周囲)	幅450mm(平板)	300mm	なし	なし	幅450mm 深さ360mm	90,000
	Ⅲ-6	2本	12.6m(周囲)	幅900mm(平板)	300mm	なし	幅450mm 深さ600mm	幅450mm 深さ360mm	124,000
	Ⅲ-7	2本	1.8m(両側)	幅450mm(平板)	300mm	なし	なし	幅450mm 深さ360mm	172,000
未対策	2本	—	—	—	—	—	—	—	

復旧の必要がなくなることによるものである。根系遮断シートの設置のみのⅢ-2(52,000円/本)を基本にすると、根系誘導耐圧基盤を整備することで(Ⅲ-5)90,000円/本となり、さらに土壌改良を加えることで(Ⅲ-6)124,000円/本と増加した。Ⅲ-7は街路樹を想定して両側に広く根系誘導耐圧基盤を整備したものであるが、172,000円/本と基も高額なものとなった。

2. 根切り樹木の追跡調査

2.1 調査方法

国営海の中道海浜公園内では根系の根上りによる構造物被害の対応策として、被害原因となっている根系を切断する「根切り」が行われている。「根切り」による対策効果や樹木に与える悪影響を把握するため、これらの樹木について樹木生育状況や根系伸長状況等を調査した。

2.2 調査結果

調査対象木となった根切りの実施時期は全てが前年度であったため、約1年後の根系状況となった。また、調査対象木が少なく、明確な傾向は確定できないものの、各樹種における被害の概要とその要因については以下のとおりである(表3)。

- ①細根からの新たな発根は、今回の調査では確認できず、おそらく全体的にも少ないものと予測される。
- ②一方、直径10mm以上の中径根から直径100mmを超えるような大径根では、新たな細根の発生が多く確認され、こうした中径から大径根では発根が旺盛であると考えられた。
- ③サクラ、シンジュ、モミジバフウ、クロガネモチの根切りでは、鋭利な刃物での切断と切断面へ傷口癒合剤の塗布を行っており、比較的十分な手当てを実施したのに対し、センダンではヒアリングの範囲ではあるがチェーンソーでの切断のみの状況であった。根切り1年経過時では、切断面の処理と発根状況との関係については、サンプル数が少なく明確ではないことと、樹木の特性により異なることが想定されるが、

確認した範囲では明確な差は認められなかった。

④現時点では根切りを行ってからの経年時間が短いこともあり、樹木生育の及ぼす影響等は明確に確認できないため、今後の追跡調査により発根状況や根腐れ等の状況を確認していく必要がある。

3. 根上り樹種の実態調査

3.1 調査方法

前年度に実施した海の中道海浜公園内における被害実態調査の結果に、福岡県内における街路樹等での被害実態を加えるこ

表3 根切り後の根系状況

樹種	根切りの状況	現在の根系生育状況	写真
サクラ H=6.7m C=1.4m	サイクリングロード脇に植栽された樹木で、H19年2月に縁石ならびに道路部に影響を及ぼしている部分について根切りをしたものである。	<ul style="list-style-type: none"> ・切断根は細く、根切りが樹木の生育に影響を与えることは確認できなかった。 ・切断面からの発根は見られず、先端が腐っている根が見られた。 ・土壌の状況には、根腐れとなるような原因(排水不良等)は見られなかった。 ・根の発根は、切断面より離れた場所で確認された。 	
シンジュ H=11.5m C=0.69m	サイクリングロード脇に植栽された樹木で、H19年2月に縁石ならびに道路部に影響を及ぼしている部分について根切りをしたものである。	<ul style="list-style-type: none"> ・切断根が細く、根切りが樹木の生育に影響を与えることは確認できなかった。 ・切断面からの発根は見られなかったが、根が腐朽は確認されなかった。 ・根の発根は、切断面より離れた場所で確認された。 	
モミジバフウ H=9.5m C=0.86m	平板舗装広場内の角型植樹樹に植栽された樹木で、H19年2月に縁石ならびに舗装内に影響を及ぼしている2面に対し、根切りをしたものである。	<ul style="list-style-type: none"> ・切断根は細根～中径根であったが、樹勢が衰える様子は見られず、根切りが樹木の生育に影響を与えることは1年経過時では認められない。 ・切断面からの発根は僅かに見られた。 ・発根した根は、φ1～2mm程度、長さ1～3mm程度と、非常に小さいものであった。 	
クロガネモチ H=6.8m C=0.80m	駐車場脇の植樹樹に植栽された樹木で、H19年2月に縁石ならびに道路部に影響を及ぼしている部分について根切りをしたものである。	<ul style="list-style-type: none"> ・切断根は細根～中径根であったが、樹勢が衰える様子は見られず、根切りが樹木の生育に影響を与えることは1年経過時では認められない。 ・切断面からの発根は僅かに見られた。 ・発根は、φ3～5mm程度、長さ2～5mm程度と、非常に小さいものであった。 ・発根が確認された切断根は、φ10mm以上のものが多く、φ5～8mmの根では発根が確認できなかった。 	
センダン H=9.5m C=1.20m	駐車場脇の植樹帯に植栽された樹木で、H19年3月の改良工事で、歩道平板ならびに縁石に影響を及ぼしている部分、ほぼ側面全体について根切りをしたものである。	<ul style="list-style-type: none"> ・調査した切断根は、φ280mmと大径根であったが、樹勢が衰える様子は見られず、根切りが樹木の生育に影響を与えることは1年経過時では認められない。 ・切断面からの発根は極めて多く、φ6～21mm程度で長さ100mm以上に伸長しており、その数も23本以上見られ非常に旺盛な成長力であった。 ・切断面の半分が地表面に露出していたが、そこからの発根は確認できず、全て地中での発根であった。 	
クロマツ H=17.0m C=1.50m	園路脇の植栽地に残された樹木で、H19年3月の改良工事で、歩道部ならびに縁石に影響を及ぼしている部分、ほぼ側面全体について根切りをしたものである。	<ul style="list-style-type: none"> ・調査した根はφ42mmの根であったが、他の切断根が確認できなかったため、根切りによる樹木の生育への影響は明確にできなかった。 ・連続する施工対象樹木の状態からすると、根切りによる生育への影響は側面全体については確認できない。 ・切断面からの発根は、全く見られなかった。 	

表4 街路樹の根上り実態状況

樹種名	延長(km)	全体数量(本)	被害数量(本)	被害率(%)	被害状況					
					舗装		縁石		その他	
					浮上がり	ひび割れ	浮上がり	ひび割れ		
モミジバフウ	約6.31	751	431	57.4%	298	154	364	14	0	2
ソメイヨシノ	約2.45km	265	150	56.6%	55	64	130	5	0	0
クスノキ	約5.1km	633	255	40.3%	183	78	173	30	2	8
イチョウ	約11.55km	1,372	497	36.2%	287	260	374	33	0	15
ケヤキ	約4.15km	462	166	35.9%	100	60	154	30	0	0
アオギリ	約0.95km	84	30	35.7%	23	1	30	7	0	0
ナンキンハゼ	約1.45km	255	78	30.6%	65	4	61	0	0	0
トウカエデ	約6.15km	707	197	27.9%	113	65	168	29	0	2
コブシ	約2.94	300	75	25.0%	44	19	22	0	0	1
タイサンボク	約0.3km	36	8	22.2%	7	0	8	0	0	0
クロガネモチ	約1.35km	379	34	9.0%	7	15	13	5	0	0
ホルトノキ	約5.15km	524	45	8.6%	13	10	33	4	0	7
シマトネリコ	約2.7km	257	1	0.4%	0	0	1	0	0	0
ベニバナトチノキ	約0.5km	28	0	0%	0	0	0	0	0	0
モチノキ	約0.4km	34	0	0%	0	0	0	0	0	0
ヤマボウシ	約0.2km	7	0	0%	0	0	0	0	0	0
計	約51.65km	6,094	1,967	32.3%	1,195	730	1,531	157	2	35

とを目的として、街路における根上り被害を起こしやすい樹種を把握した。

調査は、福岡市内を対象として、街路樹管理者等へのヒアリングにより、街路樹の現況について把握した上で、現地調査を実施した。調査項目は、①場所、②被害を及ぼしている対象樹木(樹種・形状)、③植栽環境(植樹樹の形状、大きさ)、④被害状況(被害の程度・状況等)とし、現況写真も含めて整理した。

3.2 調査結果

調査の結果、計 57 の路線・区間(延長約 52km)において、計 16 種の街路樹を対象として根上り状況を把握した。調査対象樹木の総数は 6,094 本であり、このうち根上り被害が認められたものは 1,967 本の 32.3% と高い割合であった。

以下に、被害要因毎の状況をまとめた。

①樹種別の傾向

樹種別の被害率では、モミジバフウ(57.4%)が最も高く、次いでソメイヨシノ(56.6%)、クスノキ(40.3%)、イチョウ(36.2%)、ケヤキ(35.9%)、アオギリ(35.7%)となり、これらの樹種は全体平均(32.3%)より比率が高く、特にモミジバフウとソメイヨシノは、50%以上と非常に高かった。このうちアオギリ以外の樹種はサンプル数もある程度あり、根上りを起こしやすい傾向が認められると考えられる。

今回抽出された被害木の根系型は、「イチョウは深根型」、「アオギリ・クスノキ・モミジバフウは中間型」、「ケヤキは水平根が発達しやすい浅根型」と区分でき

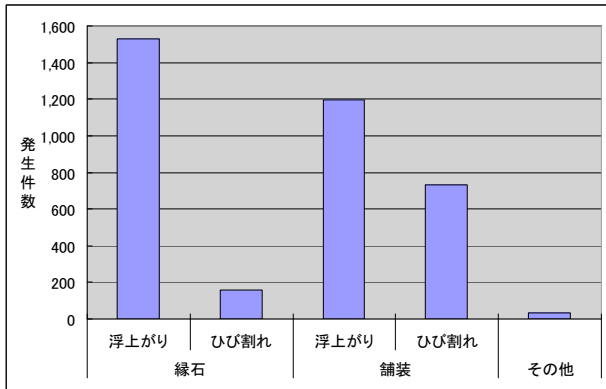


図1 被害形態別の発生件数

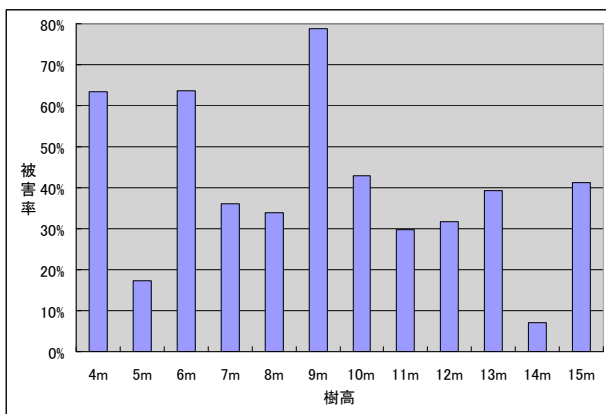


図2 樹高別の被害率（上位7種）

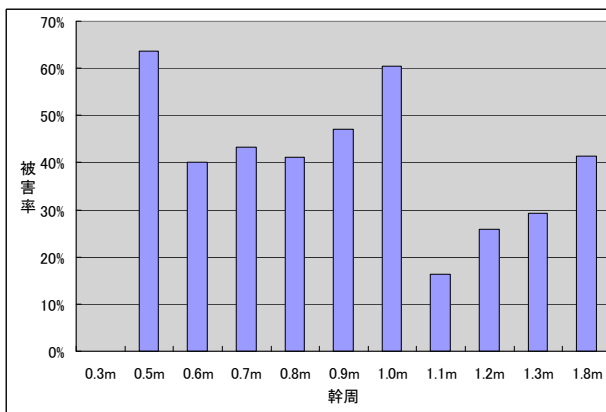


図3 幹周別の被害率（上位7種）

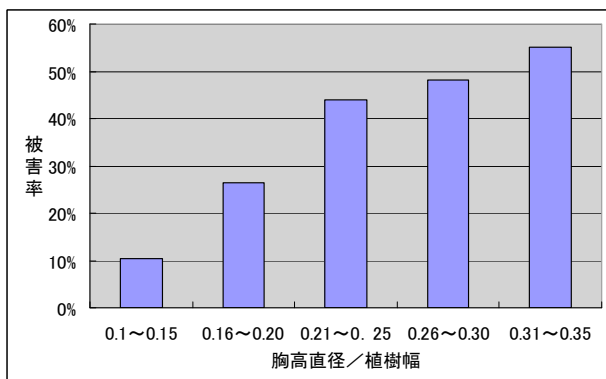


図4 植栽地幅と胸高直径の割合における被害率

(出典「樹木根系図説」、中間型を主体とした根系による被害が多い結果となった。

一方、被害が見られなかった樹種としては、ヤマボウシ、モチノキ、ベニバナトチノキがあげられ、シマトネリコの被害率(0.4%)も低かった。これらの樹種は大径木とならないことなどの理由から被害が少なかったものと考えられる。

②被害形態

被害形態は、縁石の浮上りが最も多く、次いで舗装面の浮上り・舗装面のひび割れ・縁石のひび割れの順となった(図1)。これは、被害の発生順序をそのまま反映した結果といえ、対策としては植樹時での対応が最も望まれるところである。また、植樹時の形状別では、連続樹、単独樹で被害率に差はなかった。

③樹木形状別の傾向

被害率が30%を超えている上位7樹種について、樹高別で比較を行った結果、樹高9mにおける被害率が最も高く、次いで6m、4mの順となった(図2)。幹周別では、0.5mで最も被害率が高く、次いで1.0m、0.9mの順となった(図3)。両者ともに形状が大きくなるにつれて被害率が高くなるという結果ではなく、旺盛な生育段階において根上り被害を発生しやすい傾向が現れていた。

④植栽地幅と胸高直径の関係における傾向

被害率が30%を超えている上位7樹種について、植栽地幅(道路の横断方向となる短辺の長さ)に対する胸高直径の割合を算出して被害率を比較した。その結果、植栽地幅に対する胸高直径の割合は、この割合が大きくなるにつれて発生する根上り被害率が高くなっており、この値が0.21以上になると被害率が30%を超えて高くなる傾向が示された(図4)。

4. まとめと今後の課題

本調査においては、効果的な根上り対応策を検討するための植栽試験を国営海の中道海浜公園の植栽木を対象として実施した。今後は、植栽試験における効果検証のための追跡試験を継続して実施する必要がある。また、福岡市内の街路樹について根上り実態調査を行うことにより根上りの生じやすい樹種や植栽環境を把握できた。さらに、根上り実態調査を他の地域において継続することにより、根上り被害を起こしやすい樹種や植栽環境を明らかにしていく必要がある。

[参考文献]

- (1) 荻住昇、樹木根系図説、誠文堂新光社、1979

台風による倒木被害対策に関する調査

Research on countermeasures for damages by tree failure in typhoons

(研究期間 平成 17～20 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher Yasuo IIZUKA
研究官 長濱 庸介
Researcher Yosuke NAGAHAMA

Typhoons often hit Okinawa, and a lot of trees in Okinawa are damaged by typhoons. In this study, we investigated the causes why those trees had been damaged by the typhoons, and the growth of root system of planted trees in Okinawa.

〔研究目的及び経緯〕

沖縄地方は、接近や上陸する台風の数が本土に比べて多くまた勢力も強いことから、台風が通過する度に倒木などの被害が数多く発生している。倒木は、周辺建物の破損、道路を遮断することによる交通障害、人的被害等を引き起こす可能性があるため、できるだけ発生を少なくさせる必要がある。そのためには、倒木の実態解明や根系の生育特性等を把握したうえで、有効な対策を立てることが重要である。本研究は、このような沖縄における倒木による被害を軽減させることを目的として実施している。

〔研究成果〕

1. 倒木に至る要因の把握

初めに、平成 19 年 7 月の台風 4 号で発生した海洋博公園内の樹木被害の結果に基づき、表 1 に示した倒木形態の樹木（高木・中木）の中から、植栽本数と倒木本数の両方が多い樹種を抽出し、これを調査樹種とした（表 2）。次に、調査樹種について、実際に倒木した樹木と倒木しなかった樹木を 5 本ずつ選定し、形状寸法、活力（樹勢の良否、腐朽の有無や程度）、維持管理（支柱の有無や種類、剪定の時期や程度）、植栽環境や植栽基盤の状態について調査した。そして、この調査結果を比較することで、両者において異なっている項目を抽出し、倒木に至る要因となっているかを検討した。

検討の結果、倒木に至る主な要因として「樹勢の悪化」、「根や幹における腐朽の進行」、「支柱の不具合」、「植栽基盤の不良」が考えられた（写真 1）。

2. 樹木根系調査

沖縄における主要な緑化樹木の根系を掘取り、その

表 1 倒木形態

形態	形態の内容
根返り	樹木の根株が地面から完全に抜けて、立木が転倒・倒伏する現象
傾斜	樹木の根系の一部が切断することなどにより、樹木が傾斜する現象
幹折れ	樹木の主幹が立木のまま折れる現象

表 2 調査樹種とその特性¹⁾

樹種	耐潮性	耐風性	耐乾性	移植性
アメリカテイゴ	II	II	II	II
インドゴムノキ	I	I II	II	I
オオハマボウ	I	I	II	I
コバテイシ	I	I	II	I
ヒカンザクラ	III	II	II	II
フクギ	I	I	II	III
モクマオウ	I	I	I	III
モンパノキ	I	I	II	II

【凡例】

I 強い (耐しい)	II やや強い (やや耐しい)	III 弱い (耐しい)
------------------	-----------------------	--------------------

※カッコは移植性の分類を示す



写真 1 倒木に至ると考えられた主な要因

- ①樹勢の悪化、幹の腐朽（幹折れしたオオハマボウ）
- ②樹勢の悪化、支柱の不具合（支柱ごと根返りしたフクギ）
- ③根の腐朽（根返りしたインドゴムノキ）
- ④幹の腐朽（幹折れしたアメリカテイゴ）
- ⑤支柱の不具合（支柱結束材がはずれて傾斜したフクギ）
- ⑥植栽基盤の不良（植栽基盤が浅く根返りしたヒカンザクラ）

形態や伸長状態を把握した。調査木は今帰仁村の圃場において育成していたホウオウボク（H:4.7m C:46cm）、オオバアカテツ（H:6.5m C:48cm）、トックリキワタ（H:3.5m C:66cm）、ヒカンザクラ（H:5.5m C:52cm）、ガジュマル（H:3m C:31cm）、テリハボク（H:4.2m C:50cm）、モクマオウ（H:6.5m C:41cm）の 7 本とした。掘取りに

はバックホウやエアースコップを使用し、できるだけ根を切断することなく土壌を掘削した。

調査の結果、ホウオウボク、ガジュマルの根は浅根性、トックリキワタ、テリハボク、モクマオウの根は深根性、オオバアカテツの根は中間型の形態を有していることが確認された。ヒカンザクラの根は深根性²⁾とされているが、本調査では主根が確認できず、側根の伸長が顕著であった(図1)。過去に移植された可能性が考えられたが、明確な理由は不明であった。

次に、過年度に実施した海洋博公園における植栽木の根系調査結果³⁾と比較した。圃場のトックリキワタは深さ約1mの琉球石灰岩層まで根を伸長させていたのに対して、圃場よりも有効土層が浅く、移植時に根切りされている海洋博公園のトックリキワタは主根が確認できず、根鉢部の周囲から発生させた側根を面的に伸長させていた(図2)。テリハボクやモクマオウも

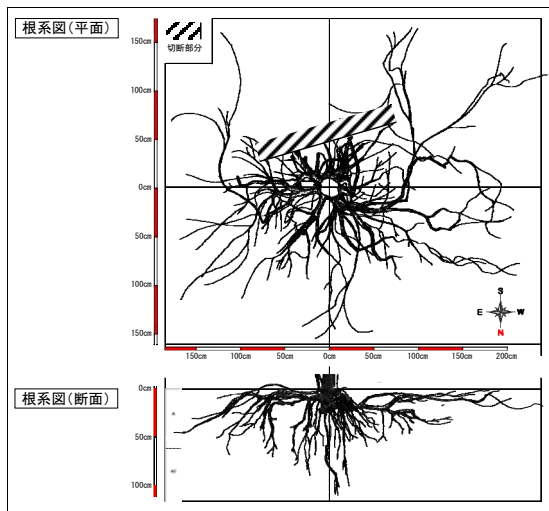


図1 ヒカンザクラの根系

同様の傾向であった。したがって、植栽基盤の土壌条件や根切りの有無は、根系の伸長形態に影響を与えているものと推察された。

3. 台風被害を軽減するための課題

これまでの調査結果から、台風被害に関する傾向や要因を分析して、台風被害を軽減するために必要な課題を整理した(図3)。

4. まとめ

本研究により、台風被害に至る要因や樹木根系の形態ならびに伸長状態を把握し、台風被害を軽減するための課題を整理することができた。今後は、各課題について具体的な内容を検討したうえで、沖縄における倒木防止対策をとりまとめる予定である。

【参考文献】

- 1) 財団法人海洋博覧会記念公園管理財団(2009) 沖縄の都市緑化植物図鑑。
- 2) 社団法人沖縄建設弘済会(1996) 沖縄・緑化樹木図鑑。
- 3) 松江正彦・飯塚康雄・長濱庸介(2006) 台風による倒木被害対策に関する調査, 国土技術政策総合研究所資料第355号 国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第21集, 15-16。



図3 台風被害を軽減するための課題

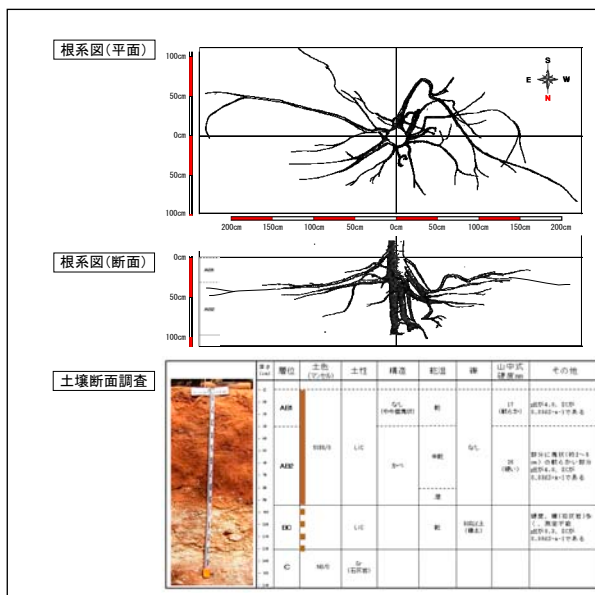


図2 トックリワタの根系比較(左: 今帰仁村圃場 右: 海洋博公園内)

