

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)



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

建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枿を拡大し、その範囲を土壤改良することに



写真6 植樹枿の拡大(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建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根切りをしたものである。 ・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

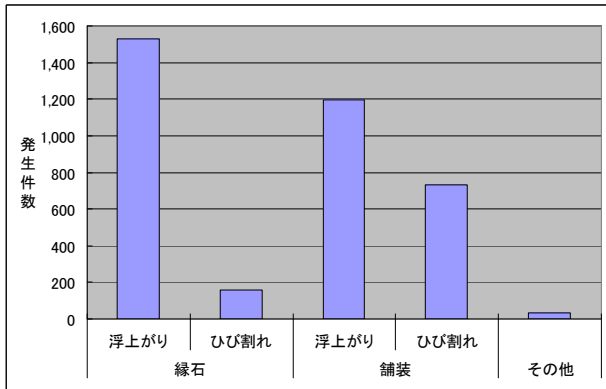


図1 被害形態別の発生件数

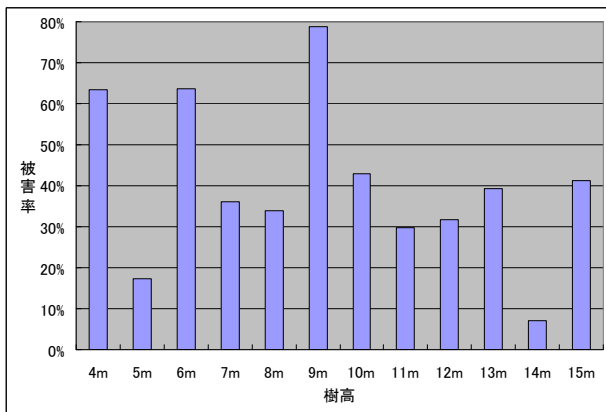


図2 樹高別の被害率（上位7種）

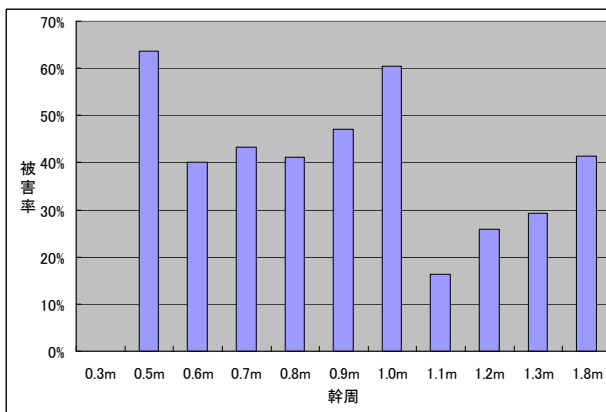


図3 幹周別の被害率（上位7種）

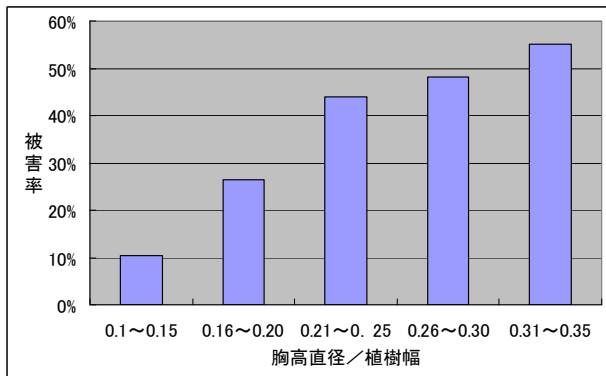


図4 植栽地幅と胸高直径の割合における被害率

（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、対策としては植樹樹での対応が最も望まれるところである。また、植樹樹の形状別では、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、根上り被害を起し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) 苅住昇、樹木根系図説、誠文堂新光社、1979