

台風18号による緑化樹の被害調査報告書

(風害に強い緑化樹によるみどり環境づくり)



平成17年3月

北海道立林業試験場緑化樹センター

台風18号による緑化樹の被害調査報告書 (風害に強い緑化樹によるみどり環境づくり)

	目	次
はじめに	-----	3
第1 要旨	-----	4
第2 台風18号被害の概要	-----	5
1 台風18号について	-----	5
2 台風18号による各種の被害概要	-----	5
3 台風18号による緑化樹の被害概要	-----	5
第3 緑化樹の現状	-----	6
1 緑化樹が植栽されている現状	-----	6
2 緑化樹の働き	-----	6
3 緑化樹を取り巻く生育環境	-----	6
(1) 公園樹の生育環境	-----	6
(2) 街路樹の生育環境	-----	7
第4 台風18号による風害の実態調査	-----	8
1 風害発生地での気象状況	-----	8
2 風害実態調査	-----	10
(1) 調査方法	-----	10
(2) 風害の実態と被害原因の分析	-----	11
ア 公園樹の被害	-----	11
(ア) 地域的特徴	-----	11
(イ) 被害樹種の特徴	-----	13
(ウ) 被害形態の特徴	-----	15
(エ) 被害をもたらした要因	-----	16
(オ) まとめ	-----	17
イ 街路樹の被害	-----	17
(ア) 地域的特徴	-----	17
a 地域別に見た被害発生市町村数と被害本数	-----	17
b 最大風速と被害発生の有無	-----	18
c 被害本数と関係する要因	-----	18
d 被害率と最大風速の関係	-----	19
(イ) 被害樹種の特徴	-----	20
a 樹種別被害本数	-----	20
b 樹種別被害率	-----	21
c 樹種別被害形態	-----	21
(ウ) 腐朽と幹折れの関係	-----	23
a 腐朽の状況と幹折れの発生	-----	24

b	植栽経過年数と腐朽木の発生	-----	24
c	樹種別腐朽の発生率	-----	25
(工)	植栽基盤との関係	-----	25
a	植栽升の大きさと被害の関係	-----	25
b	植栽升の大きさと街路樹腐朽発生の関係	-----	26
(オ)	剪定の有無別被害発生率	-----	27
3	まとめ	-----	28
第5	風害に強い緑化樹・林帯の造成方法	-----	31
1	風圧と樹木の被害	-----	31
2	風害に強い樹種を植える	-----	32
(1)	被害実態から見た風害を受けやすい樹種と受けにくい樹種	-----	32
(2)	根系の支持力の大きな樹種と小さな樹種	-----	33
(3)	木材部の強度から見た風害に強い樹種	-----	34
(4)	これからの植栽樹種	-----	34
ア	公園樹に適した樹種	-----	34
イ	街路樹に適した樹種	-----	35
3	風害に強い樹木を育てる	-----	37
(1)	樹木を健全に育てるために	-----	37
(2)	風害を受けにくい樹形に仕立てる	-----	39
(3)	補強資材の活用	-----	40
4	根や幹の枯損・腐朽の防止	-----	40
(1)	幹・枝を傷つけないために	-----	40
(2)	傷・切り口が生じたら	-----	41
5	幹や枝が枯れたり腐れが生じたら	-----	41
(1)	根系の処置	-----	41
(2)	枯れた幹や腐れのある大枝、幹などの処置	-----	41
(3)	危険木の伐採と後継樹の植栽	-----	42
6	緑化樹の管理と更新	-----	42
(1)	樹木管理台帳の整備と定期診断の実施	-----	42
(2)	緑化樹の更新体制の確立	-----	43
第6	まとめ	-----	43
1	台風被害と対策	-----	43
(1)	風の強さと緑化樹被害	-----	43
(2)	被害対策と樹木の更新	-----	44
2	謝辞	-----	46
3	担当者	-----	46
	参考文献	-----	46

資料

はじめに

平成16年9月8日北海道の日本海側の海上を通り抜けた台風18号は、道内の広い範囲を暴風域に巻き込み、各地で観測史上最大の風速を記録した。この台風により全道の約37,000haの森林が被害を受けるとともに、人々の身近なみどり環境である街路樹や公園樹も甚大な被害を受けた。そこで、北海道立林業試験場緑化樹センターでは水産林務部森林環境室森林活用課と連携しながら、全道の街路樹や都市公園などの緑化樹の被害状況について調査を実施した。

この報告書は台風18号による緑化樹に対する風害の状況を明らかにするとともに、人々の日常生活の身近にあるこれら街路樹や公園樹が強い風に耐えて、安全で安心なみどり環境として、今後とも多くの機能や効用を発揮していくための必要な方策についてとりまとめたものである。



第1 要旨

全道212市町村（台風襲来時の平成16年9月現在）において、市街地の公園樹及び緑化樹を対象に調査を行った。台風時の風の強さは各市町村に設置されているアメダスのデータをまとめた（財）気象業務支援センター「気象月報CD-ROM」から求めた。樹木の被害調査は、被害箇所、樹種、被害本数、被害形態を、さらに街路樹は腐朽状態、植栽升の大きさも調査した。

風の強さは道内22箇所の気象観測所及び測候所のうち、14箇所で瞬間最大風速の記録を更新するほど強く、石狩、留萌及び網走支庁管内の沿岸部並びに空知支庁管内で広範囲に強い風が記録された。

緑化樹の被害は13支庁98市町村で発生し、被害本数は公園樹23,522本、街路樹11,992本、合わせて35,514本となった。被害発生は、北海道西半分に集中しており、他に網走管内も多く、逆に日高、十勝、釧路及び根室支庁管内は少なかった。被害発生頻度が高い樹種は、公園樹はニセアカシア、ポプラ類、ヤナギ類で、街路樹はポプラ類、ニセアカシア、ナナカマド、シダレヤナギであった。被害形態は公園樹は根返り、街路樹は根返りと傾斜が多かったが、幹折れや枝折れが発生しやすい樹種もあった。また、幹折れは樹木1本当たりの腐朽数が多い箇所ほど多く発生していた。維持管理では、剪定した街路樹の方が被害発生率が低い傾向が見られ、特に枝折れが発生しやすい樹種は効果が高かった。街路樹の植栽升は、幅が広くなるに従い樹木の腐朽数が少なくなっており、幅は1.50m以上確保するのが良いことがわかった。また、人為的な傷害等が台風被害を誘発している事例も数多く見られた。



第2 台風18号被害の概要

1 台風18号について

台風18号は8月28日南太平洋マ - シャル諸島付近で発生した後、発達しながら西北西に進み、9月6日夜から進路を北東に変え、7日9時30分頃に長崎県に上陸した。その後も大型で強い勢力を保ったまま日本海を北東に進み、8日早朝から正午過ぎにかけて北海道の西海上を北に進み、15時に宗谷海峡付近で温帯低気圧に変わった。

今回の台風18号は強い風が特徴で、九州、中国、北海道で瞬間最大風速50m/s以上が観測され、多くの地点で強風の記録を更新した。また西日本から北日本にかけての日本海と瀬戸内海では、高潮による被害が各地で発生した。降水量は九州の一部で900mmを越える降雨が観測された。北海道では宗谷北部など一部地点で50mmの雨が記録されたが、一時的に集中した雨ではなかったため、水害発生は少なかった。

2 台風18号による各種の被害概要

台風18号によって北海道を含む全国各地で25名の死者が発生した。死亡原因は船舶事故、高波、屋根からの転落、地上における転倒及び倒木や倒壊家屋の下敷きなどの強い風による事故が多かった。

北海道においても死者9名、負傷者466名が発生し、住宅被害も石狩、渡島、檜山、後志、胆振、空知、上川、留萌、宗谷及び網走支庁管内を主体に、全壊17棟、半壊314棟、一部損壊11,479棟という激害となった。被害金額は農業29,907百万円、水産業2,817百万円、林業4,468百万円、土木8,136百万円、商工関係2,321百万円及び学校施設760百万円等で、合計54,313百万円もの膨大な損害となっている（平成17年2月1日現在：北海道総務部防災消防課ホ - ムペ - ジから）。森林の被害は根室支庁を除く13支庁で発生し、民有林23,049ha（うち実面積6,019ha）、国有林13,907haで、1954年の台風15号（通称「洞爺丸台風」）以来の50年ぶりの甚大な被害を記録した。

3 台風18号による緑化樹の被害概要

緑化樹の被害は13支庁98市町村で発生し、被害本数は公園樹23,522本、街路樹11,992本、合せて35,514本で、公園樹の被害本数が街路樹の約2倍あった（表 - 2 - 1）。被害が集中して発生した支庁は、石狩、渡島、檜山、空知、上川、留萌及び網走各支庁で、胆振管内にも被害本数の多い市町村があった（図 - 2 - 1）。

逆に被害が少なかったのは日高、十勝、釧路及び根室支庁であった。

緑化樹全体の樹種別の被害本数は、最も多かったのがナナカマドの3,925本で、次いでニセアカシア2,418本、サクラ類1,358本となっていた。しかし、これらの樹種は特に風害を受けやすかったわけではなく、もともと緑化樹としての植栽本数が多いために、相対的に被害本数が多い結果となったものである。被害形態は根返りが最も多かったが、樹種による被害形態の違いもみられた。樹種別の被害率は、公園樹がもともと植栽されていた本

表 - 2 - 1 緑化樹の被害の概要

項 目	公園樹	街路樹
被害本数	23,522本	11,992本
被害発生支庁数	13支庁	13支庁
	（日高支庁を除く）（日高支庁を除く）	
被害発生市町村数	98市町村	69市町村

数が不明であったため算出できなかったが、街路樹は65市町村で明らかにできた。地域別被害本数、樹種別被害本数、被害形態、樹種ごとの被害率及び被害発生に関わる要因の詳細については「第4の2 風害実態調査」に記載した。

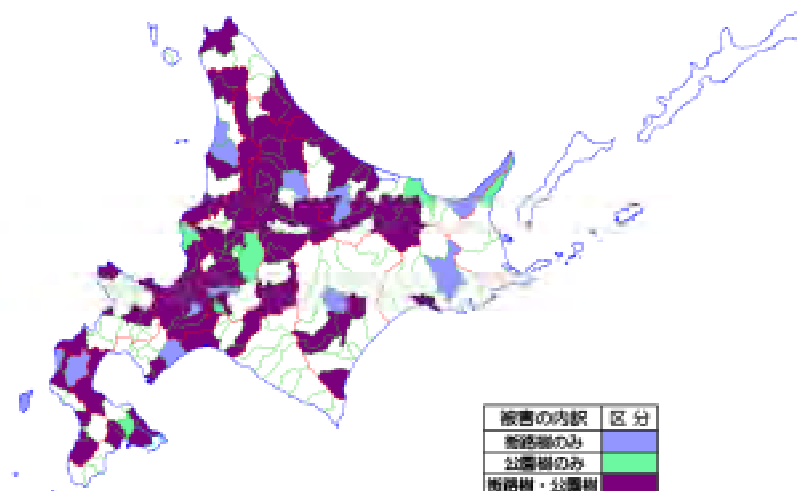


図 - 2 - 1 緑化樹の風害が発生した市町村の位置

第3 緑化樹の現状

1 緑化樹が植栽されている現状

都市は人々が快適に暮らせるよう住居、交通を始め、様々な分野で機能的につくられている。一方、機能を追求する余り、本来ある自然が破壊され、潤いに欠ける構造にもなっている。そのため、近年は身近なみどりの充実が求められ、商業地、住宅地、工場、河川等を始め、様々な場所で環境及び景観向上のために緑化樹が植栽されてきている。

2 緑化樹の働き

都市における緑化樹は、景観の向上や修景に寄与すると同時に、人々に潤いを与えたり、みずみずしい生命力によって活動を促進したり、情操教育をはぐくむといった心理的な意義に留まらず、小鳥や小動物の生活の場を提供したり、さらには目にやさしかったり、空気を清浄にしたりするといった健康的な働きも持っている。葉からの蒸散作用による水蒸気の供給と温度低下、太陽熱の照り返し防止と遮蔽によるコンクリートやアスファルトへの蓄熱防止効果はヒートアイランド化現象の防止にも役立つといわれている。また、樹高6mの樹木で年間10kg強といわれている二酸化炭素固定能力があり、地球温暖化防止にもわずかながら寄与する働きがある。

3 緑化樹を取り巻く生育環境

(1) 公園樹の生育環境

市街地の都市公園は基盤整備された箇所が多く、本来の栄養豊かな表土が失われ、貧栄養で堅く、通気性、通水性に劣る土壤に樹木が植栽されている場合が多い。また、人々の通り道となって、土壤が踏み固められてさらに通気性が悪くなったり、根が地表面に露出

したり、損傷している事例が数多く見られる（写真 - 3 - 3 - 1, 2）。造成時に水の流れ道を考えないで地形を造成した結果、土壌中の停滞水で根が腐っていることもある（写真 - 3 - 3 - 3）。また、草地に植栽された樹木は、草刈り時にしばしば樹皮等が損傷を受けている。このような脊悪土壌と人為的傷害によって、公園樹の根系は成長が悪く、表層の浅い部分に集中して根を張り、地盤支持力が低く根返りが発生しやすい形態となっている場合が多い。また、地下に埋め込まれた構造物が根張りを制限し、根返り被害を誘発している事例もあった（写真 - 3 - 3 - 4）。



写真 - 3 - 3 - 1 多数の人間が踏み歩き
裸出した根



写真 - 3 - 3 - 2 樹木の根元を歩かれた
ため、損傷した根



写真 - 3 - 3 - 3 排水不良のため、根
が腐って倒れた公園樹



写真 - 3 - 3 - 4 地中の土管によって根系発
達阻害され、根返りした
公園樹

（ 2 ） 街路樹の生育環境

街路樹は道路を通行する車両や人間に支障を及ぼさないようにするため、狭い植栽升や植栽帯に植えられている。また、車道、歩道ともアスファルト舗装されていることが多く、雨水の浸透量が少なく、土壌は乾燥傾向にある（写真 - 3 - 3 - 5）。そのため、街路樹は植栽升の中だけでは必要な養分や水分が足りず、また地上部を支えるだけの根系が張れない状態となっている。その上、通行車両から排出される多量の排気ガスを直接浴びたり、アスファルトによって反射された強い日射や高温の影響も受けている。さらに車両による直接の損傷、除排雪時の機械や雪氷による傷害も受けやすく、腐朽被害が多発している（写真 - 3 - 3 - 6）。街路樹はこのような劣悪な生育条件によって衰弱しやすく、また各種

の菌類や虫による被害も受けやすい生育環境にある。



写真 - 3 - 3 - 5 車道と歩道のアスファルトに挟まれた植樹帯
写真 - 3 - 3 - 6 傷害部から腐朽している街路樹

第4 台風18号による風害の実態調査

1 風害発生地での気象状況

前述の経路をたどって北海道に接近した台風18号は、道内の広い範囲を暴風域に巻き込み、各地で観測記録を塗り替える強い風を記録した。この間、降水量については7日10時から8日24時まで50mm以上の雨を記録したのは宗谷北部など一部の地域に限られている。

台風が通過した9月8日の道内22の気象台及び測候所の風速の記録は表 - 4 - 1 - 1のとおりで、札幌など14カ所で最大瞬間風速の観測記録を更新した。

表 - 4 - 1 - 1 各地の平均風速，最大風速及び最大瞬間風速

観測地点	平均風速	最大風速	最大瞬間風速	観測地点	平均風速	最大風速	最大瞬間風速
札幌	9.2	22	50.2 *	函館	8.5	20	41.5
江差	10.6	25	43.3 *	小樽	5.0	21	44.2 *
寿都	6.3	13	35.0	倶知安	9.9	19	40.3 *
岩見沢	9.9	19	38.7	旭川	5.3	13	30.3 *
留萌	12.9	25	43.9 *	羽幌	10.5	25	46.9 *
稚内	8.4	16	34.7	北見枝幸	5.7	18	45.6 *
網走	7.9	19	37.5 *	紋別	8.9	17	40.0 *
雄武	7.3	28	51.5 *	室蘭	11.2	28	45.7 *
苫小牧	7.9	19	32.7 *	浦河	12.6	20	31.7
帯広	3.8	10	20.5	広尾	7.5	17	42.3
釧路	17.4	28	37.7	根室	13.6	21	39.3 *

(注1) 風速は10分間の平均風速 (m/s) で表し、最大風速は10分間の平均風速の最大値、平均風速は10分間の平均風速の平均値、最大瞬間風速は瞬間的風速の最大値である。

(注2) "*" は、観測記録の更新を表している。

全道各地の風速の状況は、气象台及び測候所にアメダスデータ地点を加えた142市町村について、巻末の資料 - 1 にとりまとめた。その際、複数の観測地点がある市町村については、市役所や役場所在地等、その市町村の最も中心的と考えられる地点の記録を採用した。

風速の地域的な分布を見ると、石狩、留萌及び網走支庁管内の沿岸部並びに空知支庁管内で広範囲に強い風が記録されたが、上川、十勝及び釧路支庁管内の内陸部では比較的強い風は記録されていなかった（図 - 4 - 1 - 1）。

142市町村のうち、表 - 4 - 1 - 2 に示した、風速が13.9～17.1m/sで樹木全体が揺れるとされている風力階級7（強風）を超える風速を記録したのは、70市町村で全体のおよそ50%に達した。また、強風以上の風が通算して2時間を超えて記録した市町村は函館市など47市町村にのぼり、その内、札幌市、江別市や岩見沢市など28市町村では4時間を超えた。更に、倶知安町、深川市、白老町、根室市など13市町村では6時間を超えるなど、長時間にわたって強い風の吹き荒れた地域が多くあった。

同じく風力階級10（暴風）で、樹木が根こそぎになるとされている25m/sを越える風速を記録したのは江差町、奥尻町、留萌市、増毛町、羽幌町、遠別町、雄武町、室蘭市、えりも町及び釧路市の10市町であった。なお図 - 4 - 1 - 1 において、風速14m/s以上の風が2時間を超えて記録された市町村のうち、風速25m/s以上の強風が記録された箇所については、風速14m/s以上の記録時間による区分ではなく、風速25m/s以上として区分とした。

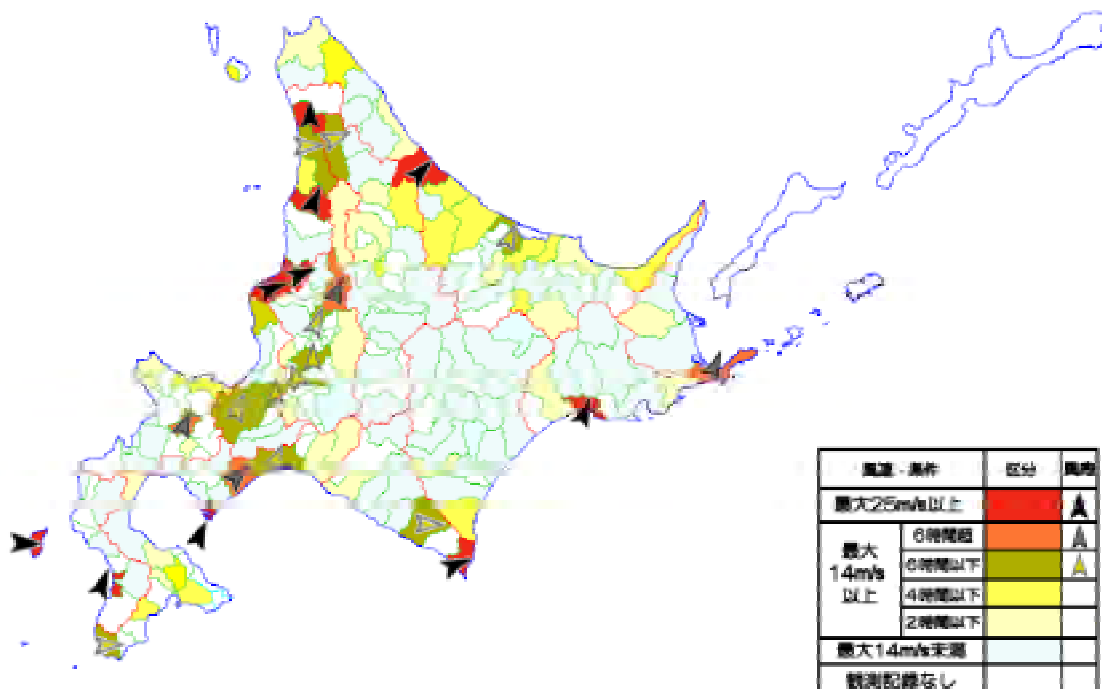


図 - 4 - 1 - 1 各地の風速の状況

表 - 4 - 1 - 2 気象庁風力階級表（ビューホルト風力階級）

風力階級	名称	風速(m/s)	陸上の状況
0	静 穏	0.0～ 0.2	煙はまっすぐにのぼる
1	至軽風	0.3～ 1.5	風向きは煙がなびくのでわかるが、風見には感じない
2	軽 風	1.6～ 3.3	顔に風を感じず 木の葉が動く 風見も動きだす
3	軟 風	3.4～ 5.4	木の葉や細い小枝がたえず動く 軽い旗が開く
4	和 風	5.5～ 7.9	砂ほこりがたち、紙片が舞い上がる 小枝が動く
5	疾 風	8.0～10.7	葉のある灌木が揺れはじめる 池や沼の水面に波頭が立
6	雄 風	10.8～13.8	大枝が動く 電線が鳴る 傘はさしにくい
7	強 風	13.9～17.1	樹木全体が揺れる 風に向かったの歩行が困難となる
8	疾強風	17.2～20.7	小枝が折れる 風に向かつては歩けない
9	大強風	20.8～24.4	人家にわずかの損害が起こる 煙突が倒れ、瓦がはがれ
10	暴 風	24.5～28.4	樹木が根こそぎになる 人家に大損害が起こる
11	烈 風	28.5～32.6	めったに起こらない 広い範囲の破壊をとまなう
12	颶 風	32.7～	

最も強い最大風速30m/sを記録したのは増毛町で、次いで、雄武町、室蘭市、えりも町及び釧路市において28m/sを記録した。強い風が継続した時間では、風速14m/s以上が釧路市で20時間、えりも町で15時間20分、奥尻町で11時間、増毛町で10時間を記録した。風速25m/s以上では、増毛町が2時間20分、天塩町、えりも町及び釧路市で1時間40分を記録した。

2 風害実態調査

(1) 調査方法

風害実態調査は道内全域を網羅するため、道内212市町村（台風襲来時点）の市街地や住宅地の公園樹及び街路樹を対象とし、郊外の森林公園や林道植栽木等は調査の対象から除外した。26市町の被害状況については林業試験場が直接、資料の提供を求め、他の市町村は各支庁林務課みどり対策係（主査）を通して被害状況の資料を集めた。また、国道の被害状況は北海道開発局道路維持課、道道は建設部道路整備課がとりまとめた資料を提供していただいた。調査単位は、公園樹は公園毎とし、街路樹は路線単位とした。ここでいう路線とは**条通り、丁目中通りといった名称のついた通りを一つの路線とした。

各市町村に提出を求めた資料は、公園樹については被害が発生した公園の名称、樹種、被害形態（根返り、傾斜、幹折れ、枝折れに4区分）及び被害本数を、また、街路樹については路線の名称、樹種、植栽本数、植栽年、被害形態、被害本数、樹高、胸高直径、植栽升の大きさ及び腐朽の有無であったが、各市町村からは必ずしも全ての項目が記載されては提出されなかった。

現地調査は事前に市町村並びに土木現業所担当者から被災状況の聞き取り調査を行ないながら、6支庁、21市町村（表 - 4 - 2 - 1）で林業試験場緑化樹センター職員が実施した。調査項目は、提供された資料からでは判明できない項目を中心に、被害形態、樹高、被害木及び健全木の胸高直径、腐朽の大きさと数、剪定の有無、植栽升の大きさ等である。

表 - 4 - 2 - 1 現地調査を行った市町村

支 庁	調 査 した 市 町 村 名
石 狩	札幌市 江別市 千歳市 恵庭市 北広島市 新篠津村
空 知	岩見沢市 深川市 滝川市 砂川市 歌志内市 北村
	栗山町 長沼町 南幌町
渡 島	函館市
胆 振	室蘭市 苫小牧市
上 川	旭川市
留 萌	遠別町 天塩町

(2) 風害の実態と被害原因の分析

風害の概要は、第2の3の「台風18号による緑化樹の被害概要」で述べたとおりである。ここでは、緑化樹の風害実態を公園樹と街路樹に分けて説明を行なう。

ア 公園樹の被害

(ア) 地域的な特徴

道内の212市町村の協力を得て収集した公園樹の被害状況は、日高支庁を除く13支庁、98市町村で、23,522本の被害を記録した(表-4-2-2)。

表 - 4 - 2 - 2 地域別被害状況

支 庁	市町村数	被害発生市町村数	被害本数				被害のあった都市公園			
			総数	構成比	市町村内訳		箇所数	面積(ha)	被害本数	
					最 多	最 少			1カ所あたり	面積(ha)あたり
計	212	98	23,522	(100.)	-	-	6,816	11,349.08	-	-
石 狩	10	9	11,129	47.3	7,133	0	3418	2,991.02	3.26	3.72
渡 島	17	8	1,581	6.7	873	0	366	669.89	4.32	2.36
檜 山	10	5	121	0.5	60	0	9	40.42	13.44	2.99
後 志	20	6	809	3.4	370	0	183	252.17	4.42	3.21
空 知	27	18	3,477	14.8	952	0	528	1,445.28	6.59	2.41
上 川	24	17	2,680	11.4	1,205	0	517	958.26	5.18	2.80
留 萌	9	5	848	3.6	415	0	52	120.99	16.31	7.01
宗 谷	10	3	71	0.3	30	0	25	188.24	2.84	0.38
網 走	26	15	1,025	4.4	348	0	298	761.35	3.44	1.35
胆 振	15	5	1,521	6.5	1,415	0	566	1,752.76	2.69	0.87
日 高	9	0	0	0.0	0	0	0	0	-	-
十 勝	20	5	130	0.6	43	0	469	1,368.69	0.28	0.09
釧 路	10	1	113	0.5	113	0	316	608.41	0.36	0.19
根 室	5	1	17	0.1	17	0	44	104.74	0.39	0.16

地域としては、石狩、渡島、空知、留萌、網走及び胆振の各支庁において、半数以上の市町村で被害が発生した。日高支庁管内では被害の発生が記録されず、根室支庁管内においても被害は軽微であった。

被害本数では、公園数の多い札幌市を含む石狩支庁管内の被害が最も大きく、渡島、空知、上川、網走など、被害発生市町村数が多い地域で被害本数が大きくなった。しかし胆

振支庁では被害発生市町村数が比較的少なかったが1市町村で支庁管内全体の90%以上の被害が発生し、被害が集中的に表れていた。

都市公園との関係では、公園1箇所あたりの被害本数は檜山及び留萌支庁管内で10本を上回り、十勝、釧路及び根室支庁管内では1本未満であった。公園面積1haあたりの被害本数では留萌支庁管内が最多で7本/haを超え、宗谷、十勝、釧路及び根室支庁管内では1本未満であった。石狩、渡島、後志、空知、上川及び網走支庁では、公園箇所数あたり及び面積あたりの被害本数ともに平均的な数値であったが、被害を受けた公園箇所数が多く、被害本数が多くなった。留萌支庁では公園箇所数は少ないが、箇所あたり、面積あたりの被害がともに大きく、被害本数が多くなった。

被害発生地の分布を見ると、特に石狩低地帯から空知の平野部にかけては集中的に発生している。日高から十勝、釧路及び根室支庁管内においては、釧路市など一部を除いて被害は殆ど発生していない。(図 - 4 - 2 - 1)。

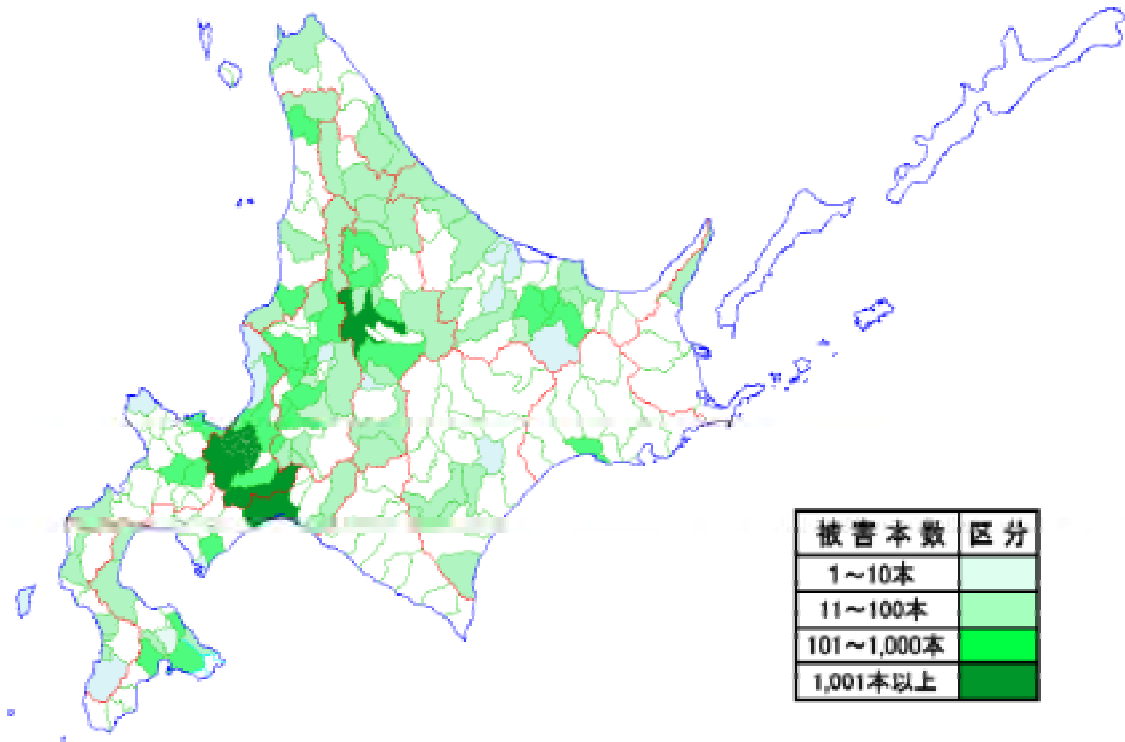


図 - 4 - 2 - 1 市町村別の被害状況

これらの被害地域と風との関係を見ると、被害本数と最大風速の間には関係が認められなかったが ($r^2=0.014$)、被害が発生した市町村数と最大風速の間では、最大風速が風力階級6以下(14m/s未満)の79市町村のうち30市町村で被害を記録し、被害発生率が38%であるのに対し、それ以上では63市町村中40市町村の63%、更に風力階級9(25m/s以上)以上では10市町村中80%の8市町村で被害を記録し、最大風速が増加すると被害が発生する市町村の割合が高まる傾向が見られた(図 - 4 - 2 - 2)。

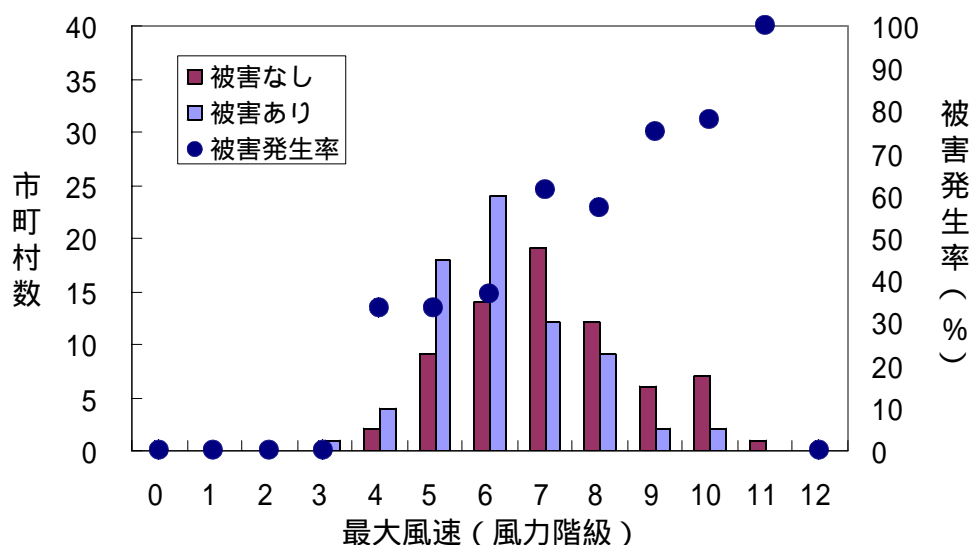


図 4 - 2 - 2 最大風速と被害の発生率

(イ) 被害樹種の特徴

総被害発生本数、約23,500本の樹種別の内訳を巻末の資料 - 2 にまとめた。

被害本数が最も多かったのはニセアカシア類で約1,800本。次いでシラカンバで1,000本を超える被害があった。そのほか、エゾヤマザクラなどのサクラ類が900本余り、ナナカマドが800本を超え、アカマツ、クロマツ、ストロブマツなどのマツ類が約800本、更にポプラ類及びシダレヤナギなどのヤナギ類の被害がそれぞれ700本を超えた。その他は樹種が不明で約12,000本と、被害の半数を占めていた。

被害発生当時、公園に植栽されていた樹木数は13市町村で確認が得られ、総数46,685本であったが、これに対し956本の被害が発生し、被害率は2.05%となった。しかし、被害のあった他の85市町村では現状を示す資料が得られず、全体の被害発生率を算出するための現況樹木数が不正確であった。このため、現況樹木数を過去の公園事業の実績から類推することとした。比較する元データとして、昭和53年度から平成15年度までの「緑化樹使用実績と需要計画」(平成6年度まで北海道林務部、平成11年度からは北海道立林業試験場緑化樹センターが取りまとめ)の種類別・事業別使用状況から「公園」事業で使用された数量を利用した。集計に用いたのは昭和52年から平成14年までの使用実績のうち、データが不明な昭和53年、59年及び60年並びに平成6年から9年の使用実績を除いた20年分の樹種別使用数量を積み上げ、これを全使用数量で除して樹種毎の使用割合を算出した。この使用割合が現在の各市町村の公園植栽樹種の構成比を反映していると仮定して、この数値と今回の台風における樹種別の被害割合を比較することにした(表4-2-3)。

表4 - 2 - 3 被害の発生と樹種別の使用割合の傾向

樹種名	被害樹種別 構成比(%)	植栽木の 構成比(%)	相対的被害度	被害木の本数
	(X) (100.)	(N) (100.)	(X/N)	(参考) (11,566)
イチョウ	0.13	0.61	0.21	15
イチイ	0.18	5.36	0.03	21
アカエゾマツ	1.02	8.29	0.12	118
トドマツ	6.42	6.53	0.98	743
トウヒ類	2.25	5.96	0.38	260
カラマツ	2.67	2.82	0.95	309
マツ類	6.91	6.14	1.13	799
ニオイヒバ	0.52	6.65	0.08	60
その他針葉樹	1.58	1.45	1.09	183
小計(針葉樹)	(21.68)	(43.81)		2,508
サクラ類	7.92	12.61	0.63	916
カエデ類	3.48	6.04	0.58	403
シラカンバ	9.66	5.76	1.68	1,117
ナナカマド	7.39	5.20	1.42	855
カツラ	0.18	3.45	0.05	21
ライラック	0.78	2.44	0.32	90
ハルニレ	1.87	2.33	0.80	216
ナラ類	3.90	2.20	1.77	451
ハンノキ類	2.41	2.14	1.13	279
ヤナギ類	6.20	1.40	4.44	717
シナ類	0.64	0.99	0.65	74
ヤチダモ	2.91	0.98	2.98	337
ドロノキ	1.88	0.90	2.09	217
イヌエンジュ	0.99	0.79	1.25	115
ポプラ類	6.64	0.73	9.14	768
プラタナス	0.93	0.59	1.58	108
ニセアカシア類	15.57	0.52	29.79	1,801
その他広葉樹	4.95	7.13	0.70	573
小計(広葉樹)	(78.32)	(56.19)		9,058

- 被害の樹種別構成比は、各樹種の被害本数(Xn)を被害本数のうち不明・その他を除いた樹種別の本数(X)で除して算出(Xn/X)
- 植栽木の構成比は、「緑化樹使用実績と需要計画」から「公園」で使用された20年分のデータを元に、各樹種の使用本数(Nn)を使用本数の合計(N)で除して算出
- 被害の発生本数は、このほかに種種が不明等が11,956本記録されている。
- 相対的な被害度とは、(被害の樹種別構成比)/(植栽木の構成比)と定義した

したがって、ここで比較検討の対象となっているのは、各樹種毎の被害の受けやすさ(樹種別の被害率)ではなく、植栽された各樹種の推定構成比率と被害を受けた樹種別の構成比率とを比較した、樹種間の相対的な被害の受けやすさ(相対的な被害度)である。つまり、植栽の構成比率と被害の構成比率が等しいことを示す被害度が「1.00」であれば、その樹種の被害の受けやすさは各樹種間の比較において平均的なものであり、被害度が1を上回れば被害が大きい樹種、1を下回れば被害が小さい樹種となる。

それによると、相対的な被害度が1を大きく下回り被害が少なかったと考えられる樹種は、イチイ(0.03)、カツラ(0.05)、ニオイヒバ(0.08)、アカエゾマツ(0.12)のほかに、イチョウ(0.21)、ライラック(0.32)であった。相対的な被害度が1を大きく上回り被害が大きかったと考えられる樹種は、ニセアカシア類(29.79)、ポプラ類(9.14)、シダレヤナギなどのヤナギ類(4.44)、ヤチダモ(2.98)であった。

被害が少なかったと考えられるイチイ、カツラ、イチョウ、ライラックはもともと根系の地盤支持力が大きく、根返り等の被害を受けにくく、また、逆にポプラ類は根系の支持

力が小さく根返りしやすいとされており、今回の分析と一致する結果となった。しかし、支持力が中庸とされているアカエゾマツは森林被害でしばしば多くの根返りが生じているが、今回の調査では被害が少なく、逆にヤチダモは根系の支持力が大きく根返りは発生しにくいとされているが比較的大きな被害を受けていた。したがって、根系の支持力のみで被害の発生を説明することはできず、「第3の3 緑化樹を取り巻く生育環境」で述べたように、公園植栽木特有の様々な条件が被害の発生に関わっていることが推察される。

(ウ) 被害形態の特徴

被害形態別の調査結果では根返りが50%を超え、回復不能な樹木が多く発生する結果となった。傾斜木、幹折れ及び枝折れの被害は各々10%前後で、これ以外の被害とされたものが14%を占めた(表 - 4 - 2 - 4)。

針葉樹と広葉樹の別では、針葉樹は根返りが64%とおよそ3分の2の割合であったのに対し、広葉樹では51%と約半数であった。樹種別では、針葉樹ではイチイ及びトドマツで根返りの割合が70%以上と高く、広葉樹ではハンノキ類が90%近い比率を示した。傾斜木となった割合は、ヤチダモ及びイヌエンジュで20%前後と、他の樹種に比べて比率が高かった。幹折れはドロノキが約30%と高く、枝折れではプラタナスが48%、ハルニレが43%と高く、ミズナラなどのナラ類も26%と比較的高い割合だった。

被害の半数を占める根返りについて、根系の支持力との関係から見ると、根系の支持力が大きいとされているイチイ及びトドマツで割合が高くなっており、逆に根系の支持力が小さいとされているポプラ類及びドロノキでは根返り発生率が平均的で、むしろ幹折れの割合が高くなっている。これらの樹種では比較的腐朽が発生しやすく、根返りが発生する以前に幹が風圧に耐えられず折れたことが推察される。また、公園に植えられているプラタナスは、一般的に剪定で枝張りがよく抑えられる傾向があり、このことが風圧を緩和し、根系の支持力が小さいながら根返りの発生が抑えられた原因の一つであると考えられる。

表 4 - 2 - 4 樹種別の被害形態

樹種名	本数							被害形態の割合 (%)				
	計	%	根返り	傾斜	幹折れ	枝折れ	その他	根返り	傾斜	幹折れ	枝折れ	その他
総計	23,522	(100)	13,165	2,187	2,477	2,369	3,324	55.97	9.30	10.53	10.07	14.13
イチョウ	15	0.06	8	0	1	6	0	53.33	0.00	6.67	40.00	0.00
イチイ	21	0.09	15	1	1	2	2	71.43	4.76	4.76	9.52	9.52
アカエゾマツ	118	0.50	73	5	22	1	17	61.86	4.24	18.64	0.85	14.41
トドマツ	743	3.16	553	5	180	4	1	74.43	0.67	24.23	0.54	0.13
トウヒ類	260	1.11	168	17	37	8	30	64.62	6.54	14.23	3.08	11.54
カラマツ	309	1.31	213	34	58	2	2	68.93	11.00	18.77	0.65	0.65
マツ類	799	3.40	485	65	134	94	21	60.70	8.14	16.77	11.76	2.63
ニオイヒバ	60	0.26	35	5	13	4	3	58.33	8.33	21.67	6.67	5.00
その他針葉樹	183	0.78	62	15	37	17	52	33.88	8.20	20.22	9.29	28.42
小計(針葉樹)	2,508	(10.66)	1,612	147	483	138	128	64.27	5.86	19.26	5.50	5.10
サクラ類	916	3.89	492	47	218	84	75	53.71	5.13	23.80	9.17	8.19
カエデ類	403	1.71	220	44	52	80	7	54.59	10.92	12.90	19.85	1.74
シラカンバ	1,117	4.75	465	162	160	96	234	41.63	14.50	14.32	8.59	20.95
ナナカマド	855	3.63	383	82	203	96	91	44.80	9.59	23.74	11.23	10.64
カツラ	21	0.09	4	1	7	9	0	19.05	4.76	33.33	42.86	0.00
ライラック	90	0.38	61	11	10	6	2	67.78	12.22	11.11	6.67	2.22
ハルニレ	216	0.92	93	5	34	81	3	43.06	2.31	15.74	37.50	1.39
ナラ類	451	1.92	206	24	100	121	0	45.68	5.32	22.17	26.83	0.00
ハンノキ類	279	1.19	244	1	26	4	4	87.46	0.36	9.32	1.43	1.43
ヤナギ類	717	3.05	350	24	162	97	84	48.81	3.35	22.59	13.53	11.72
シナ類	74	0.31	45	6	12	0	11	60.81	8.11	16.22	0.00	14.86
ヤチダモ	337	1.43	176	65	57	35	4	52.23	19.29	16.91	10.39	1.19
ドロノキ	217	0.92	103	3	63	48	0	47.47	1.38	29.03	22.12	0.00
イヌエンジュ	115	0.49	56	25	6	22	6	48.70	21.74	5.22	19.13	5.22
ポプラ	768	3.27	408	45	183	113	19	53.13	5.86	23.83	14.71	2.47
ブラタナス	108	0.46	34	12	7	52	3	31.48	11.11	6.48	48.15	2.78
ニセアカシア類	1,801	7.66	978	129	326	312	56	54.30	7.16	18.10	17.32	3.11
その他広葉樹	573	2.44	306	67	89	67	44	53.40	11.69	15.53	11.69	7.68
小計(広葉樹)	9,058	(38.51)	4,624	753	1,715	1,323	643	51.05	8.31	18.93	14.61	7.10
不明・その他	11,956	(50.83)	6,929	1,287	279	908	2,553	57.95	10.76	2.33	7.59	21.35

(エ) 被害をもたらした要因

被害が発生した要因は風との関係が最も大きいと考えられる。そこで、都市公園を有し、かつ、気象観測データが得られた75市町村を対象に、公園樹の被害本数と9月8日の平均風速及び最大風速との関係を調べたが、関連性は認められなかった($r=0.060$ 、 0.119)。また、最大風速が増加すると被害が発生する市町村の割合が高まる傾向は見られたものの、風速と被害本数との関係は明確にはならなかった。この理由として、常に風速が強い地域や強風をしばしば経験している地域では、風害に弱い樹木が既に倒れて無くなっていたり、根系を発達させるなどの風害に対する耐性が出来ているため、被害の発生が抑えられている可能性がある。風害は当日の風速だけでなく過去の履歴も重要な要素として関係していると考えられる。被害本数と密接な関係があったのは都市公園の箇所数及び1ヶ所当り面積で、共に相関は高く($r=0.936$ 、 0.878)、公園樹の植栽されている公園が少ない地域では当然少なくなった。

公園樹の管理状態と被害の発生との関係は今回の調査対象でないため、その関連性は不明であるが、根系の支持力の大きさと根返りとの関係が必ずしも一致しないことなどから、植栽地の土壌条件や樹形による風の受けやすさも被害発生の要因として考えられる。

また、根系の支持力が小さいにもかかわらず根返りが少なく幹折れが多い樹種があったことから、樹木の腐朽も被害の要因として考えられるなど、樹木の管理状態が被害の発生に大きく関わっていることが推察される。

また、幹折れは形状比（樹高と幹の太さとの比）に関係し、樹高に対して幹が細い状態である形状比が100を超えると倒伏しやすいといわれている。植栽密度が高く樹木が混んだ状態にあると形状比が大きくなるため、樹木の混み具合（ $\text{相対幹距} = 10,000 \times (\text{上層樹高} \times \sqrt{1\text{haあたりの本数}})^{-1}$ ）も被害発生の原因として関係していることが考えられる。なお、相対幹距15%以下だと混みすぎの状態といわれている。

（オ）まとめ

今回の台風による公園樹の被害は、最大風速が大きくなるほど被害発生の割合が高くなったが、風速と被害本数との間には関連性はなく、常日頃から強風が多い地域では被害が少ない一方で、被害の大きさには植栽基盤である土壌条件や腐朽の有無、剪定や樹木の形状及び立木密度など、公園樹の管理が大きく関係していると判断された。

イ 街路樹の被害

（ア）地域的特徴

a 地域別に見た被害発生市町村数と被害本数

街路樹の被害は道内212市町村のうち、32.5%に当たる69市町村から11,992本の被害報告があった。被害発生は地域で異なり、石狩、空知及び留萌の各支庁は管内市町村の50%以上で被害発生があり、特に石狩支庁管内は80%の市町村で被害が発生していた。逆に渡島、後志、日高、十勝、釧路及び根室支庁は被害発生市町村が少なく、管内市町村被害発生率は0~20%であった（表 - 4 - 2 - 5）。

被害本数も地域で大きな差があり、石狩、空知及び上川の3支庁を合せると9,015本となり、全道被害本数の75%を占めていた。しかし、宗谷、日高、十勝、釧路、根室の各支庁は被害発生本数が0~32本と少なく、5支庁合わせても86本で、全道の被害本数全体に占める割合も0.7%であった。

表 - 4 - 2 - 5 街路樹の地域別被害発生状況

支 庁	市町村数(A)	被害発生 市町村数 (B)	被害発生率 (B / A)	被害本数	被害本数の 被率
計	212	69	32.5	11992	(100)
石 狩	10	8	80.0	5280	44.0
渡 島*	17	3	17.6	587	4.9
檜 山	10	4	40.0	142	1.2
後 志	20	3	15.0	195	1.6
空 知	27	16	59.3	2587	21.6
上 川	24	9	37.5	1148	9.6
留 萌	9	6	66.7	445	3.7
宗 谷	10	3	30.0	25	0.2
網 走	26	7	26.9	914	7.6
胆 振	15	4	26.7	608	5.1
日 高	9	0	0.0	0	0.0
十 勝	20	4	20.0	24	0.2
釧 路	10	2	20.0	32	0.3
根 室	5	1	20.0	5	0.0

* : 合併前の市町村数

b 最大風速と被害発生の有無

アメダス観測により風速を測定している道内130市町村について、各市町村の街路樹被害発生の有無を10分間最大風速別にみた。被害が発生した市町村の割合は、最大風速が10m/s未満の場合は16.7%、最大風速が14～24m/sは41.7%で、25m/s以上は88.9%の市町村で被害が発生していた(図 - 4 - 2 - 3)。

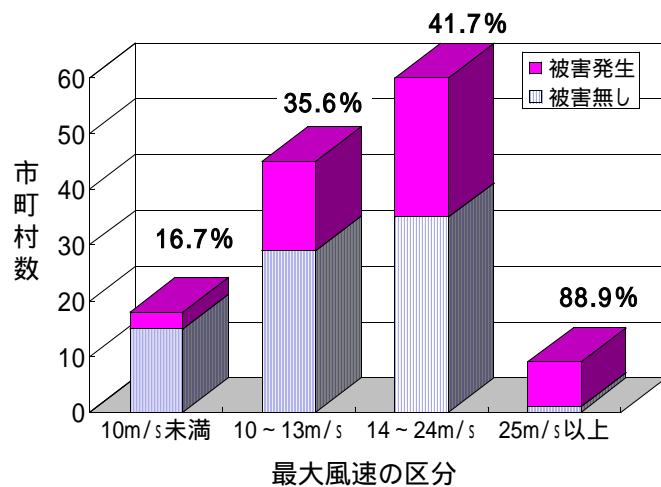


図 - 4 - 2 - 3 10分間最大風速別にみた各市町村の被害発生の有無

このように、最大風速が大きくなると街路樹の被害が発生した市町村数の割合が高くなっていった。

c 被害本数と関係する要因

風速を測定している道内130市町村の2004年9月8日の10分間最大風速と街路樹の被害本数の関係をみた。その結果、10分間最大風速が大きいほど被害本数が増加しているわけではなく、両者の間に一定の関係は認められなかった(図 - 4 - 2 - 4)。

一方、街路樹の被害発生有無や本数が明らかな道内209市町村と札幌市を細分化した10区を合せた219箇所について、被害本数と人口の関係を調べてみると、人口が増加するに

に伴い街路樹の被害本数が増える傾向にあった（図 - 4 - 2 - 5）。これらは、人口の増加に伴って市街地に植栽されている緑化樹が環境や景観の向上を目的にたくさん植栽されており、被害本数自体も人口の多い市町村ほど増えたと考えられる。このことは、街路樹の被害本数が単純に最大風速と相関関係にあるわけではなく、人口のような社会的要因も被害本数の多少に間接的な影響を与えていることがわかった。

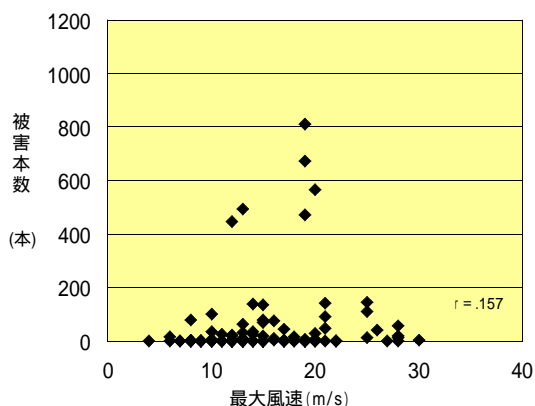


図 - 4 - 2 - 4 被害本数と最大風速の関係

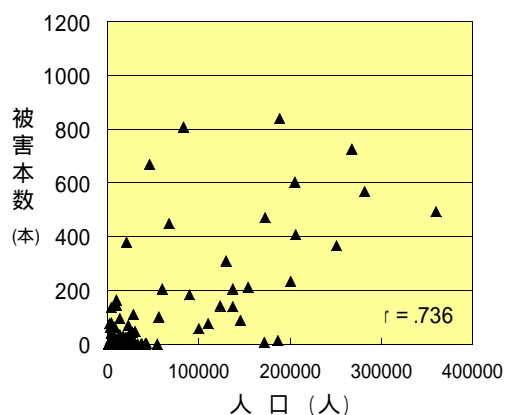


図 - 4 - 2 - 5 被害本数と人口の関係

d 被害率と最大風速の関係

植栽本数に対する被害本数の割合を被害率 [被害率 = 被害本数 / 植栽本数 × 100] として求め、10分間最大風速との関係をみた。解析には被害率が算出でき、アメダス観測地点があつて風の強さが測定されていた88市町村の資料を用いた。

被害率は最大風速が大きくなるほど高くなり、逆に最大風速が小さいと被害率は低くなる関係が認められた（図 - 4 - 2 - 6）。この結果から、最大風速は被害の発生率に大きな影響を与えているといえる。

一方、最大風速が20m/sあるいは28m/sと大きいにも関わらず、被害率が低い市町村もあった（図中に丸で図示）。これら最大風速が大きくて被害率の低い市町村について、2004年9月8日の最大風速と過去の最大風速を調べた（図 - 4

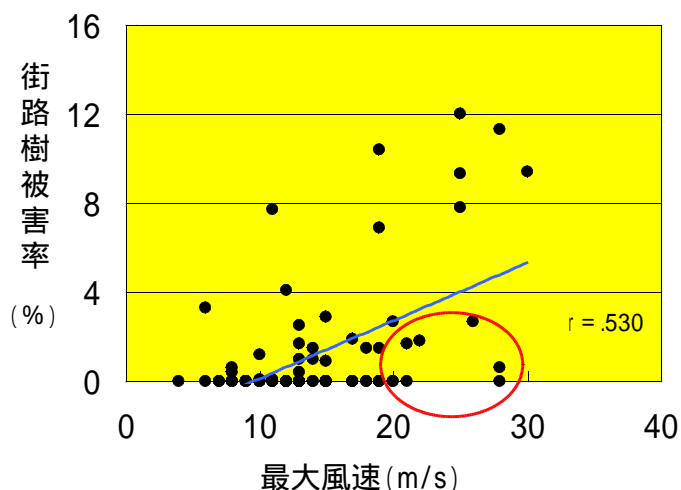


図 - 4 - 2 - 6 街路樹被害発生率と最大風速の関係

- 2 - 7)。その結果、A市やB町では2004年9月8日の最大風速より大きい最大風速が過去にも記録されていた。C町、D市は2004年9月8日の最大風速は過去の最大風速に比べて大きかったが、樹木が根こそぎになると定義されている風速24.5m/s以上の暴風（第4の

1 風害発生地の気象状況参照) が過去にも記録されていた。E市は市街地の南側に高い地形が存在しており、強い南風が市街地に吹き込まない状況にあった。このように最大風速が大きくて被害率の低い市町村は、今回の18号台風に限らず頻繁に強い風が吹風が吹いているために被害を受けやすい樹木が淘汰されたり、地形的に好条件に恵まれたため、被害率が低かったと考えられる。

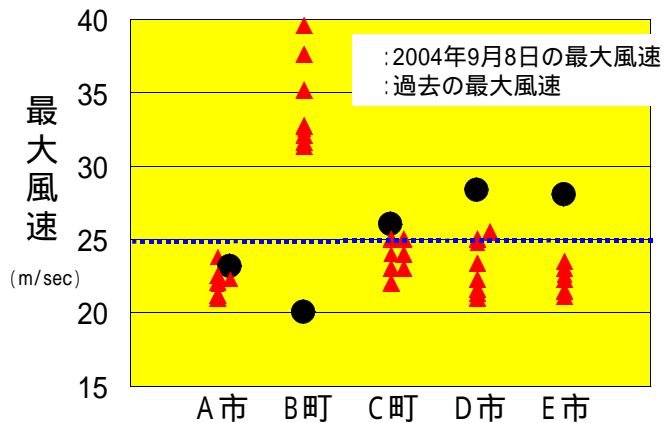


図 - 4 - 2 - 7 最大風速が大きくて被害率の低かった市町村における過去の最大風速

(イ) 被害樹種の特徴

a 樹種別被害本数

被害報告のあった市町村のうち、被害を受けた樹種が判明している65市町村について、樹種別被害本数を集計した。樹種が判明している被害木の本数は8,240本であった。このうち被害本数が最も多かったのはナナカマドで、58市町村から3,070本の報告があり、樹種判明被害木全体の37.3%を占めていた。次いで被害本数の多い樹種はニセアカシア617本、13.4%で、以下プラタナス529本、8.6%、カエデ類455本、7.4%となっていた(図 - 4 - 2 - 8、巻末資料 - 3)。ナナカマドの被害本数が他の樹種に比べて飛びぬけて多いのは、街路樹として植栽されている本数が極めて多かったためである。台風被害発生があった市町村に限っても、ナナカマドの植栽本数は76,910本と最も多く、被害発生市町村で樹種が判明している植栽木全体375,318本の20.5%を占めていた。

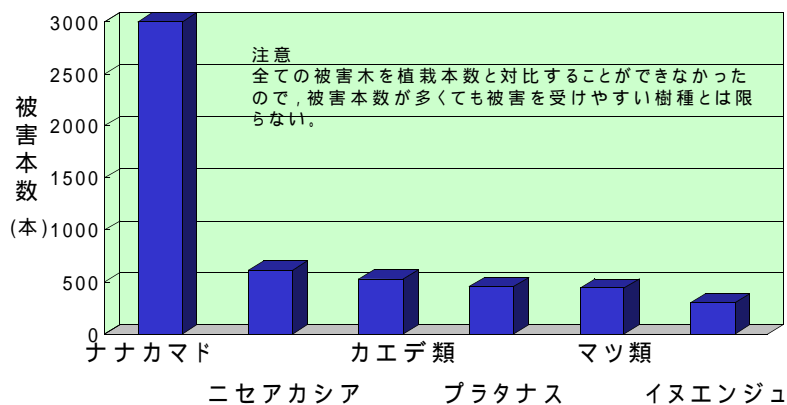


図 - 4 - 2 - 8 街路樹の樹種別被害本数

b 樹種別被害率

被害報告のあった市町村のうち、植栽木と被害木の樹種と本数が明らかな65市町村の資料に基づき、各樹種の被害率を求めた。被害率は植栽本数に対する被害本数とし、[被害率 = 被害本数 / 植栽本数 × 100]とした。

最も被害率の高い樹種はポプラ類で、植栽されていた12市町村の平均で12.0%の被害率であった。次いで被害率が高い樹種はニセアカシアの8.4%、ナナカマド8.3%、シダレヤナギ8.2%であった。逆に被害率が低い樹種はカツラで15市町村の平均で0.4%、次いでオオバボダイジュ0.5%、ハルニレ1.2%、イチョウ1.3%であった(表 - 4 - 2 - 6、巻末資料 - 4)。

表 - 4 - 2 - 6 被害率の高い樹種と低い樹種

被害率の高い樹種			被害率の低い樹種		
樹種	市町村数	各市町村の平均	樹種	市町村数	各市町村の平均
ポプラ類	12	12.0	カツラ	15	0.4
ニセアカシア	27	8.4	オオバボダイジュ	11	0.5
ナナカマド	46	8.3	ハルニレ	26	1.2
シダレヤナギ	15	8.2	イチョウ	32	1.3
イヌエンジュ	27	6.1	トチノキ	22	1.7
ヤチダモ	10	3.1	プラタナス	30	1.7
サクラ類	39	3.0	シラカンバ	25	1.8
			ヤマモミジ	15	1.9

c 樹種別被害形態

前述の被害率と同じく、植栽本数と樹種が判明している65市町村において被害形態を集計した。被害形態は根返り、傾斜、幹折れ、及び枝折れの4分類とした。根返りは樹木全体が倒伏し、根株が地上部に剥き出しになる被害(写真 - 4 - 2 - 1)、傾斜は樹木全体が傾いているものの根返りとはなっていない被害(写真 - 4 - 2 - 2)、幹折れは樹木の主幹が完全に折れた状態(写真 - 4 - 2 - 3)、枝折れは直径10cm(人間の腕程度の太さ)より太い枝が折れた被害とした(写真 - 4 - 2 - 4)。人身事故の発生が少ないと考えられる小枝折れは今回除外した。

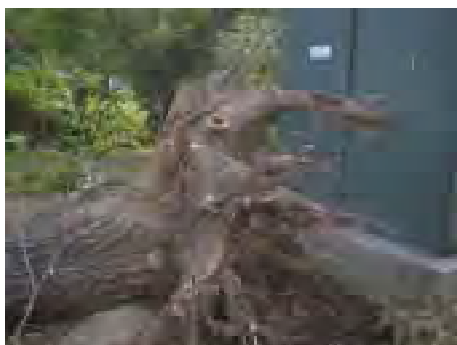


写真 - 4 - 2 - 1 根返り



写真 - 4 - 2 - 2 傾斜



写真 - 4 - 2 - 3 幹折れ

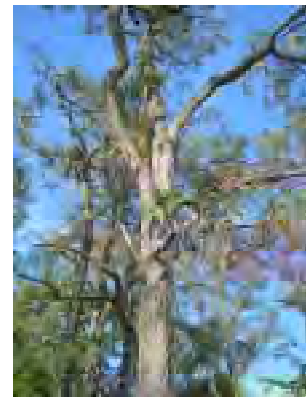


写真 - 4 - 2 - 4 枝折れ

被害本数の多かった6樹種の被害形態別の割合を図 - 4 - 2 - 9 に示した。樹種によって被害形態に違いが見られた。ニセアカシア、イヌエンジュは根返りが最も多く、被害木全体の約60%を占めていた。ナナカマド、カエデ類、サクラ類は根返りが30~43%で、傾斜が37~41%であった。また、ナナカマドは幹折れも多かった。プラタナスは枝折れが最も多く、被害のほぼ半分となっていた。他に根返りが多かった樹種は、ネグンドカエデ、ポプラ類、アカエゾマツで、傾斜はクロマツ、イタヤカエデ、バンクスマツ、幹折れはエゾヤマザクラ、ヤマモミジ、枝折れはシラカンバで多く発生していた(巻末資料 - 5 を参照)。

街路樹と公園樹の被害形態を比較すると、街路樹は公園樹より根返りが少なくなり、傾斜が多くなる傾向にあった。街路樹は植栽升だけに根を張っているのではなく、植栽升外の歩道アスファルトや縁石の下にも根を伸ばしている(写真 - 4 - 2 - 5)。そのため、これらアスファルトなどが倒れようとしている街路樹の根系を抑え、根返りが傾斜になった可能性が考えられる。

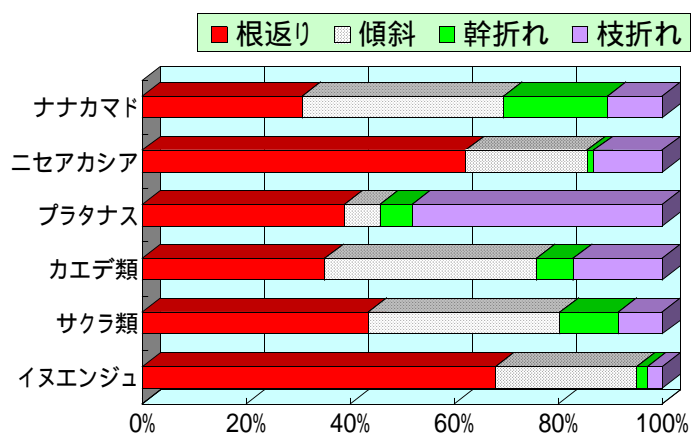


図 - 4 - 2 - 9 被害本数の多かった樹種の被害形態



写真 - 4 - 2 - 5 植栽升から出て伸びている根

(ウ) 腐朽と幹折れの関係

街路樹の被害調査では、除雪等による傷害や傷から広がったと思われる腐朽が数多く見られた(写真 - 4 - 2 - 6、7)。また実際に腐朽部位から幹折れが発生している事例が数多く確認された(写真 - 4 - 2 - 8、巻末資料 - 6)。



写真 - 4 - 2 - 6 除雪で傷ついた幹



写真 - 4 - 2 - 7 傷から腐朽が広がった幹



写真 - 4 - 2 - 8 腐朽部位から折れた幹 その1、その2

a 腐朽の状況と幹折れの発生

幹折れ発生率と街路樹1本当りの腐朽数の関係を、両者のデータが得られた27路線について検討した。ここで幹折れ発生率とは、もともとの植栽本数（現存本数）に対して、18号台風で幹折れした本数の割合で、[幹折れ発生率 = 幹折れ本数 / 植栽本数 × 100]として求めた。街路樹1本あたりの腐朽数は、各路線の始点または終点から残されていた幹折れ木または被害発生が無かった樹木を無作為に5～10本選び、各々の腐朽数を数え、平均した値である。

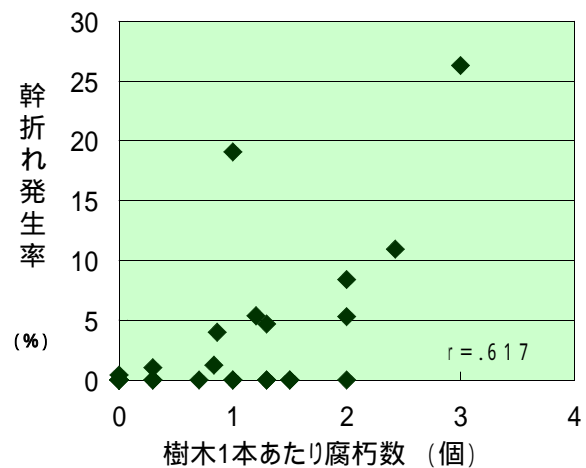


図 - 4 - 2 - 10 幹折れ発生率と腐朽数との関係

幹折れ発生率は樹木1本あたりの腐朽数が多くなるに従って増加する傾向が認められた（図 - 4 - 2 - 10）。この結果から、植栽木に腐朽数が多い場合には幹折れが多発することがわかった。一方、図中には腐朽が記録されていても幹折れ発生率が全く無かった事例もあり、これらの事例の中には、多幹形をしたナナカマドの場合、幹が1本折れても幹折れではなく枝折れとして取り扱われていた事例があった。

b 植栽経過年数と腐朽木の発生

植栽年が明らかで、植栽木の腐朽有無が報告されている279路線について、植栽後の年数と腐朽木の有無について調べてみた。腐朽木が発生している路線における街路樹の植栽後平均年数は25.4年で、腐朽木の無かった路線の植栽後の平均年数22.2年に比べて、わず

かに年数が経過していた。腐朽木が発生している路線の割合を植栽後の年数別にみると、10年未満では極めて少なく、ほとんどの路線で腐朽木は発生していなかった（図 - 4 - 2 - 1 1）。それに対して、植栽後10年以上経過した路線では30%以上で腐朽木が発生しており、40年以上経過した路線は60%近い路線で腐朽木が発生していた。この結果から、植栽後10年経過した街路樹は、被害発生を未然に防ぐため腐朽の有無を定期的に調査する必要がある。また、40年以上経過した街路樹はさらに注意して腐朽状況を把握し、適切な処置を施すことが求められる。

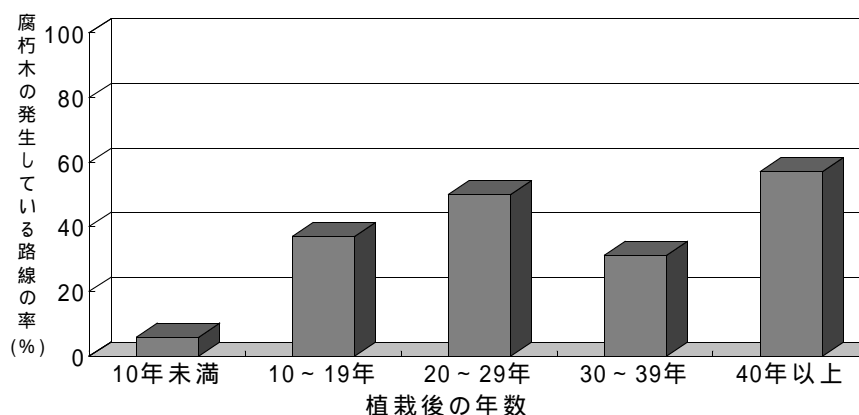


図 - 4 - 2 - 1 1 植栽経過年数別にみた腐朽木の発生して路線の割合

c 樹種別腐朽の発生率

台風18号による被害報告のあった市町村において、植栽された樹種と腐朽の有無が明らかな296路線について、樹種別に腐朽木が発生した率を求めた。

腐朽の発生率が高い樹種はニセアカシア、ポプラ類、シダレヤナギで、逆に腐朽が少なかったのはブンゲンストウヒ、クロマツであった（図 - 4 - 2 - 1 2）。腐朽発生率が高かった樹種は外国産で成長の早い樹種が多く、腐朽発生率が低い樹種は針葉樹類に多かった。

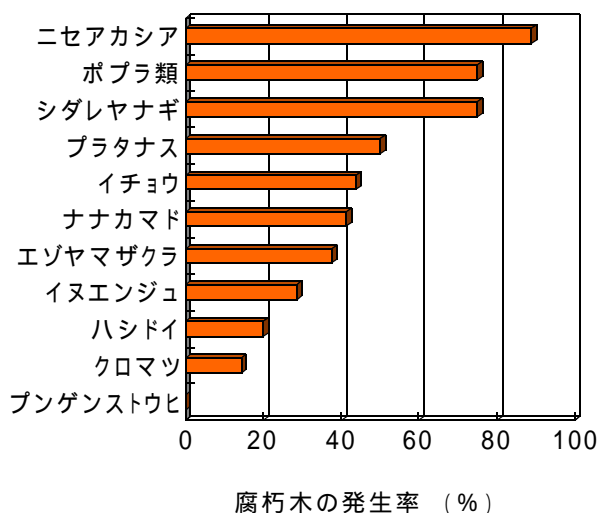


図 - 4 - 2 - 1 2 樹種別にみた腐朽木の発生率

(エ) 植栽基盤との関係

a 植栽升の大きさと被害の関係

街路樹の植栽にあたっては、通行の障害とならないように縁石などで囲まれた空間 = 植栽升が作られている。この植栽升の大きさと被害発生について、植栽升の大きさが報告された91路線の資料を用いて解析を行なった。ここで植栽升の横幅は車道や歩道と直行する1辺とし、縦長さは車道などと平行する1辺、面積は [面積 = 横幅 × 縦長さ] として求めた（写真 - 4 - 2 - 9）。

全樹種を対象とした根返り、傾斜等の根系に由来する被害は、植栽升の面積と被害発生率の間に関係はなく、面積が小さい方（例えば1㎡未満）が根返りや傾斜が多発する訳ではなかった（図 - 4 - 2 - 13）。植栽面積の広い連続した植樹帯でも根系に由来する被害発生率は低くならなかった。この理由としては、前掲の写真 - 4 - 2 - 5 にも示したとおり、街路樹の根は植栽升の外にも伸びており、植栽升の大きさだけが樹木の根系を制限する因子となっていないためと考えられる。



写真 - 4 - 2 - 9 植栽升の横幅と縦長さ

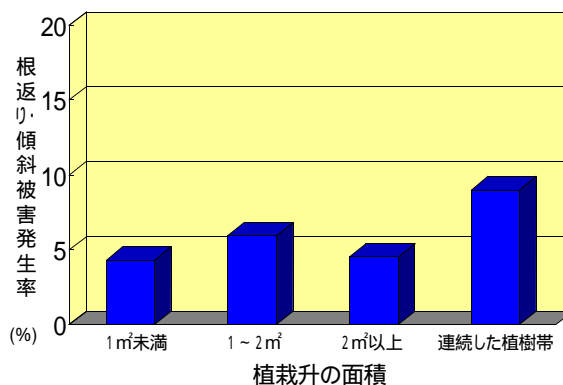


図 - 4 - 2 - 13 植栽升の面積と根返り、傾斜被害発生率の関係

b 植栽升の大きさと街路樹腐朽発生の関係

一方、植栽升の幅は街路樹の腐朽発生に影響を与えていた。植栽升の幅と街路樹腐朽の有無が判明している154路線を対象として調査した結果、植栽升の幅が狭いと腐朽木の出現する路線の率が高かった（図 - 4 - 2 - 14）。植栽升の幅が1.00m未満では腐朽木の出現する路線の率は64.8%に対し、植栽升の幅が1.00~1.49mの場合は腐朽木発生路線率48.8%、幅が1.50~1.99mになると21.4%と半減し、さらに植栽升の幅が2.00m以上は16.7%と幅1.00m未満に比べてほぼ1/4に減少していた。この結果から、街路樹植栽升の幅は少なくとも1.50m以上確保することが腐朽木を減少させるために望まれる。植栽升の幅が広くなると腐朽木の発生率が減少する原因としては、植栽木から車道や歩道までの距離が長くなることにより、除雪時や通行車両等による傷害を受けにくくなり、街路樹の腐朽菌侵入口が少なくなるためと考えられる。

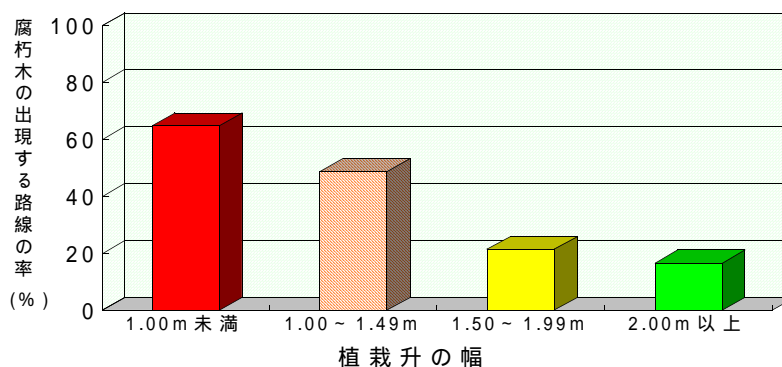


図 - 4 - 2 - 14 植栽升の幅と腐朽木の出現する路線率の関係

(オ) 剪定の有無別被害発生率

街路樹の重要な維持管理のひとつである剪定が、被害（風害）発生の防止に与えている影響について、被害率と植栽木剪定の有無が確認された62路線について検討した。

剪定を実施した路線では、イチョウ、ナナカマド及びプラタナスで剪定しなかった路線に比べて被害の発生率が低く、その他の樹種を合わせた全樹種の平均も同様の傾向を示した（図 - 4 - 2 - 15）。特に枝折れ被害が最も多かったプラタナスでは剪定が被害発生率の低下に大きな効果を発揮していた。これは剪定によりあばれ枝や折れやすい枝が未然に除去されたためと考えられる。また、剪定の効果は折れそうな枝を除去するだけでなく、樹木の上長成長を抑制し耐風性のある樹形への誘導（写真 - 4 - 2 - 10、11）や樹冠（樹木の枝葉の広がり）が小さくなることによる風圧の減少等もあり、プラタナスのほかイチョウやナナカマドでも被害発生率が低下したと考えられる。

一方、剪定による被害発生率の低下が見られなかったニセアカシアは、根返りや傾斜等の被害が多く、倒れやすい樹種であることと、枝の成長が旺盛で剪定しても1年で剪定前の大きさに戻ってしまうため（写真 - 4 - 2 - 12）、剪定の効果がうまく発揮されなかったと推察される。ニセアカシアの枝の広がりを抑制するためには毎年剪定する必要があるが、多大な経費がかかり、また花芽の着く枝が無くなってしまい、ニセアカシアの花着きが悪くなってしまいうなどの欠点がある。

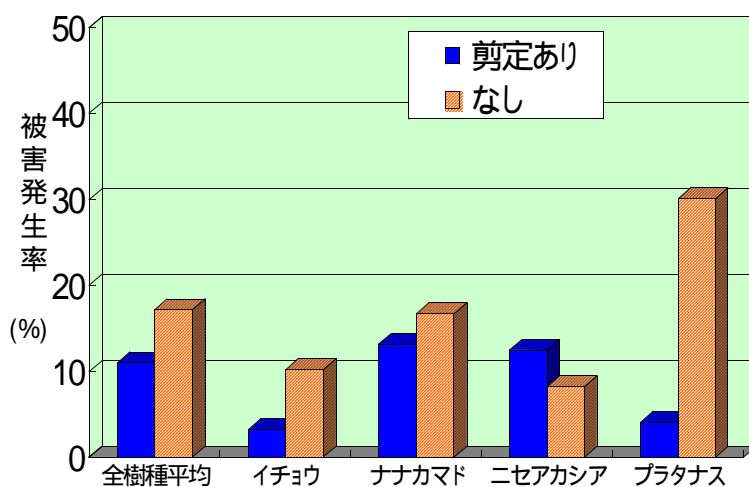


図 - 4 - 2 - 15 剪定の有無別に見た各樹種の被害発生率

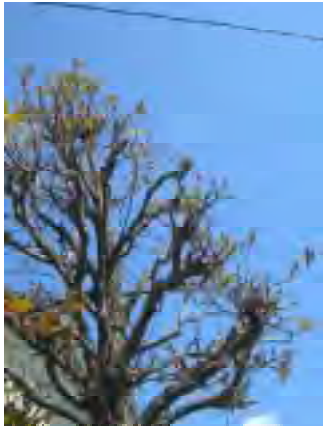


写真 - 4 - 2 - 1 0 剪定後の枝伸長量が少ないナナカマド



写真 - 4 - 2 - 1 2 剪定翌年に長い枝が勢よく伸び、元の樹形にすぐ戻ったニセアカシア



写真 - 4 - 2 - 1 1 剪定によって風に強いずんぐりした樹形になったナナカマド

3 まとめ

今回の台風18号による緑化樹被害の発生は、最大風速が大きい市町村で被害が多発しており、日高、十勝、釧路、根室支庁管内では、被害発生市町村が少なかった。

被害本数は公園樹23,522本、街路樹11,992本で緑化樹全体としては35,514本であったが、郊外の森林公園等を含めるとさらに多くなると予想される。被害本数は、最大風速と比例関係になく、人口などの社会的要因による影響を受けていた。

公園樹、街路樹合わせた樹種別の被害本数は、最も多かったのはナナカマドの3,925本で、次に多かったのはニセアカシア2,418本、サクラ類1,358本であったが(表 - 4 - 2 - 7)、これらの樹種は特に風害を受けやすかったわけではなく、もともとの植栽本数が多いために被害本数も多い結果となっていた。

植栽されていた市町村数が多かった樹種のうち、公園樹と街路樹で共通して被害が発生しやすかったのは、ニセアカシア、ポ

表 - 4 - 2 - 7 台風による被害本数の多かった樹種

樹種	計	公園樹	街路樹
ナナカマド	3925	855	3070
ニセアカシア	2418	1801	617
サクラ類	1358	916	442
シラカンバ	1318	1117	201
ヤナギ類 *	956	717	239
ポプラ類	925	768	157
カエデ類	858	403	455
トドマツ	774	743	31
プラタナス	637	108	529
ナラ類	454	451	3

*: ヤナギ類にはシダレヤナギ含む

プラ類、ヤナギ類（シダレヤナギ含む）で、他に被害が発生しやすい樹種は、公園樹はヤチダモ、ドロノキ、街路樹はナナカマド、イヌエンジュであった。逆に被害発生が少ない樹種は、公園樹、街路樹ともイチイ、カツラであった（表 - 4 - 2 - 8）。

表 - 4 - 2 - 8 樹種別の被害率（上位 5 樹種）

被害が発生しやすい樹種		被害が発生しにくい樹種	
公園樹	街路樹	公園樹	街路樹
ニセアカシア	ポプラ類	イチイ	イチイ
ポプラ類	ニセアカシア	カツラ	カツラ
ヤナギ類	ナナカマド	ニオイヒバ	アカエゾマツ
ヤチダモ	シダレヤナギ	アカエゾマツ	オオバボダイジュ
ドロノキ	イヌエンジュ	イチョウ	ハルニレ

被害形態は公園樹は根返りが多く、街路樹は根返りに加えて傾斜が多かった（表 - 4 - 2 - 9）。ナナカマド、サクラ類は他の樹種に比べて幹折れが多く発生し、プラタナスは全体的に枝折れが多く、シラカンバでは街路樹で枝折れが多くなっていた。

植栽基盤との関わりは、公園樹、街路樹とも立地環境の影響を受けていた。このうち街路樹の植栽升の大きさは腐朽被害と関係しており、升の幅が小さくなると腐朽木の発生する路線が増加していた。植栽升の幅は1.50m以上確保すると街路樹腐朽木の発生する割合が低下していた。

樹木の腐朽状態は街路樹しか調査できなかったが、樹木 1 本あたりの腐朽数が増加すると幹折れが多発する傾向が認められた。腐朽菌の進入口となる人為的な傷害は、公園樹及び街路樹とも数多く見られ（事例 1 , 2 を参照）、適切な維持管理が必要である。

表 - 4 - 2 - 9 樹種別の被害形態

樹種	被害本数	被害形態 (%)				
		根返り	傾斜	幹折れ	枝折れ	その他
ナナカマド	公園樹	44.8	9.6	23.7	11.2	10.6
	街路樹	30.8	38.7	19.9	10.6	-
ニセアカシア	公園樹	54.3	7.2	18.1	17.3	3.1
	街路樹	62.2	23.3	1.4	13.1	-
プラタナス	公園樹	31.5	11.1	6.5	48.2	2.8
	街路樹	38.9	6.8	6.2	48.1	-
カエデ類	公園樹	54.6	10.9	12.9	19.9	1.7
	街路樹	35.2	40.7	7.0	17.1	-
サクラ類	公園樹	53.7	5.1	23.8	9.2	8.2
	街路樹	43.5	36.9	11.2	8.5	-
シラカンバ	公園樹	41.6	14.5	14.3	8.6	21.0
	街路樹	19.8	6.9	7.9	65.3	-

[維持管理不足による被害発生事例1 ひもの食い込み]

写真 - 4 - 2 - 13 は台風18号の強風で幹折れが発生した直後に撮影したもので、幹は地上から1m程度の不自然な高さで折れていた。この街路樹はもともとひも（または針金）が幹に食い込んだ状態で生育していたもので（写真 - 4 - 2 - 14）、折れた部位を拡大すると、幹の材中に異物が同心円状に含まれていた（写真 - 4 - 2 - 15）。この結果から、幹の材中に食い込んだひも（または針金）が幹折れを誘発したと考えられる。



写真 - 4 - 2 - 14
ひもが食い込んでいた幹



写真 - 4 - 2 - 13
幹折れ発生木

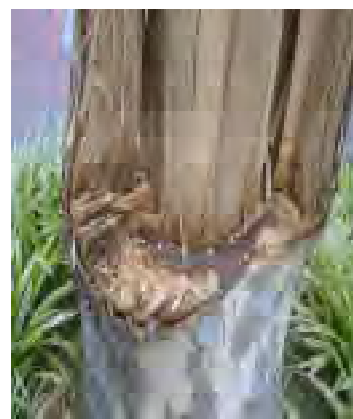


写真 - 4 - 2 - 15
幹折れ部位の拡大

[維持管理不足による被害発生事例2 フェンスによる傷害]

写真 - 4 - 2 - 16 は、公園内においてシラカンバ並木のうち1本だけ幹折れが発生した事例です。幹折れ部位を拡大すると、フェンスと接触したシラカンバが扁平に変形して成長し、強風に弱い形状となっていたことが確認できた（写真 - 4 - 2 - 17）。



写真 - 4 - 2 - 16
1本だけ幹折れが発生



写真 - 4 - 2 - 17
幹折れ木の拡大
フェンスによって幹が変形してた

第5 風害に強い緑化樹林帯の造成方法

一般的に風が樹木に及ぼす被害には、常風によるもの、暴風によるもの、塩風によるもの及び寒風によるものなどがあるが、ここでは台風や低気圧などによる暴風による被害(以下風害と呼ぶ)を対象に説明する。

樹木が受ける風圧は、風速の2乗や樹冠の大きさに比例し、風を受ける風心高(樹冠に当たる風圧の中心の地面からの高さ)、樹種の違いによる材部の強度、根系の支持力などに関係していると言われている。なかでも風圧は風速の2乗に比例することから、今回の台風のように著しく強い風が吹いた場合や強い風の通り道になった場合はなかなか被害を避けることが難しい。また、風による樹木の被害には多くの形態があるが、最終的に現れる被害は根返りと幹折れで、過去の風害の実例からもほとんどの被害がこの2つで占められている。そしてこのような被害木が発生すると、街路樹や公園樹の場合、人的な被害をはじめ車や建物などに甚大な被害をもたらすおそれが強い。そのためにできるだけ被害を軽減するための対策をあらかじめとっておく必要がある。以下に、今回の被害調査やこれまでの知見を踏まえた、風害を受けにくい緑化樹やその育成方法などを明らかにし、安全で安心なみどり環境づくりを推進していくための対策などを述べる。

1 風圧と樹木の被害

風圧と樹形や樹高などとの関係は一般的に次のように説明されている。

樹冠が左右対称で幹が通直でかつその投影面積がないものとした場合、樹木にかかる風圧や幹折れする位置などが図5-1-1のように示される。樹冠に当たる風圧の中心を風心といい、風心高(Z_0)は次のように示される。 $Z_0 = h + l / 3$

ただし、 h : 枝下高、 l : 樹冠長

また、風心における風圧(W)は、 $W = 1 / 2 CPV^2 l B$ となる。

ただし、 C : 樹冠の抵抗係数、 V : 風速、 P : 空気の密度、 B : 樹冠の平均幅

地上 Z (幹折れ点)に作用する力 W_z は、 $W_z = W (Z_0 - Z)$ で、これを風圧モーメントといい、根元で最大になり高さとともに減少する。

風圧モーメントは根系にも作用し、根における外力と抵抗力の均衡が、幹におけるそれよりも早く破れると根系離脱面で根返りが発生する。逆に、幹の外力と抵抗力の均衡が、根のそれよりも早く破れると幹折れが発生することになる。幹折れする場所はだいたい樹高の2/10~3/10に集中すると言われている。このように、風圧に対し、根系、幹の一番弱い部分から被害が発生する訳である。

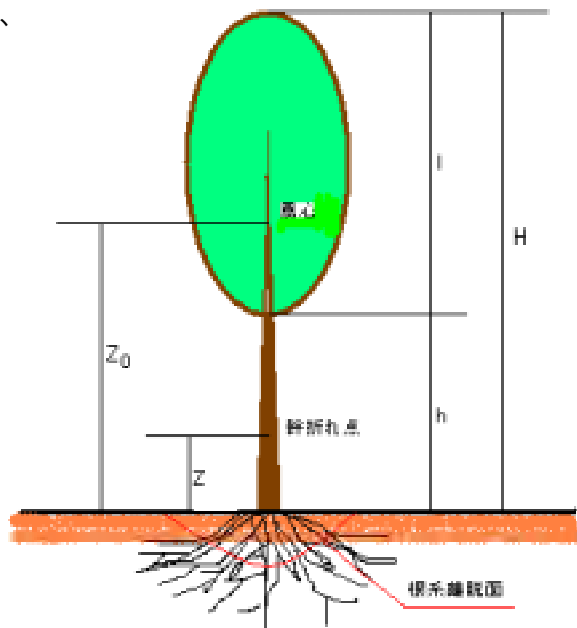


図 - 5 - 1 - 1 樹木の大きさに関わる名称

2 風害に強い樹種を植える

風害への対策としては、まず風に強い樹種（根返りや幹折れが生じにくい樹種）を植栽することが重要になるが、そもそも折れない木も、抜けない根もあり得ないから、ここでは今回の被害実態から見た風害と樹種との関係や樹木の倒伏と密接な関係にある根系の支持力について述べ、今後風害に配慮したみどり環境を造成する場合の植栽樹種について検討する。

（1）被害実態から見た風害を受けやすい樹種と受けにくい樹種

今回の台風被害は、非常に強い風が原因で発生したが、被害状況は樹種により差が見られた。被害が発生しやすい樹種を、公園樹は相対的被害度〔相対的被害度＝被害全本数に占める各樹種の構成比率を植栽全本数に占める各樹種の構成比率で除した値〕を用い、街路樹は被害率〔被害率＝各樹種の被害本数／各樹種の植栽本数〕を使用して求めた（詳細は第4の2 風害実態調査を参照）。

植栽本数の多い樹種のうち、公園樹と街路樹に共通して被害を受けやすい樹種は、ニセアカシア、ポプラ類及びヤナギ類（シダレヤナギ含む）であった（表-5-2-1）。ほかに被害を受けやすい樹種は、公園樹がドロノキ及びヤチダモ等で、街路樹はナナカマド、イヌエンジュ及びサクラ類であった。

逆に被害を受けにくい樹種は、公園樹、街路樹に共通してイチイ、カツラ、アカエゾマツ、及びイチョウで、公園樹ではライラック及びニオイヒバ、街路樹ではオオバボダイジュ、ハルニレ及びトチノキであった。

表-5-2-1 樹種別の被害率（上位8樹種）

被害を受けやすい樹種		被害を受けにくい樹種	
公園樹	街路樹	公園樹	街路樹
ニセアカシア	ポプラ類	イチイ	イチイ
ポプラ類	ニセアカシア	カツラ	カツラ
ヤナギ類	ナナカマド	ニオイヒバ	アカエゾマツ
ヤチダモ	シダレヤナギ	アカエゾマツ	オオバボダイジュ
ドロノキ	イヌエンジュ	イチョウ	ハルニレ
ナラ類	ヨ-ロッパアカマツ	ライラック	イチョウ
シラカンバ	ヤチダモ	トウヒ類	トチノキ
ナナカマド	サクラ類	カエデ類	プラタナス

被害木のうち、根返りが多かったのは、公園樹ではハンノキ類及びトドマツで、街路樹はアカエゾマツ及びネグンドカエデであった。（表-5-2-2）。また根返りや傾斜等の根に関わる被害が多かった樹種は、公園樹ではハンノキ類及びカラマツ、街路樹ではバンクスマツ及びイヌエンジュが多かった。幹折れ被害は、公園樹でカツラ及びドロノキ、街路樹はヤマモミジ及びエゾヤマザクラで多く発生した。枝折れ被害も含めた折れやすい樹種は、公園樹ではカツラ及びプラタナスで、街路樹はシラカンバ及びプラタナスであった。

表 - 5 - 2 - 2 各種被害形態別発生数の多かった樹種

根返り		傾斜		幹折れ		枝折れ	
公園樹	街路樹	公園樹	街路樹	公園樹	街路樹	公園樹	街路樹
ハンノキ類	アカエゾマツ	イヌエンジュ	イタヤカエデ	カツラ	ヤマモミジ	プラタナス	シラカンバ
トドマツ	ネグンドカエデ	ヤチダモ	クロマツ	ドロノキ	エゾヤマザクラ	カツラ	プラタナス
イチイ	ハシドイ	シラカンバ	バンクスマツ	トドマツ	ナナカマド	イチョウ	エゾヤマザクラ
カラマツ	ポプラ類	ライラック	カエデ類	ポプラ	イチョウ	ハルニレ	ヤチダモ
ライラック	イヌエンジュ	プラタナス	ナナカマド	サクラ類	シダレヤナギ	ナラ類	ポプラ類
トウヒ類	ニセアカシア	カラマツ	サクラ類	ナナカマド	サクラ類	ドロノキ	

(2) 根系の支持力の大きな樹種と小さな樹種

樹木の倒伏は根返りや根切りによって生じるが、完全に転倒するに至らない傾斜なども根に起因する被害で、根系の支持力と密接な関係にある。そして、根に起因する被害が風害の中で大きなウェイトを占めている。根返りなどの被害は、風圧が根系の支持力を上まわった時に起きる。一般に根系の支持力が大きなものは風害に強く、小さなものは風害にやや弱いと言われている。そこで 樹木根系図説（苅住昇著）をもとに作成した根系の支持力の一覧表を以下に示す。

表 - 5 - 2 - 3 根系の支持力と主な樹種名

根系の支持力	樹種名
大	イチョウ、イチイ、トドマツ、クロマツ、アカマツ、チョウセンゴヨウ、ヨーロッパアカマツ、ヨーロッパクロマツ*、メタセコイア、ブナ、ミズナラ、コナラ、カシワ、アカナラ*、ハルニレ、ケヤキ、カツラ、ナナカマド、イヌエンジュ、ニセアカシア、トチノキ、シナノキ、ハシドイ、ムラサキハシドイ、ヤチダモ、アオダモ
中庸	ヨーロッパトウヒ、アカエゾマツ*、ブンゲンストウヒ*、シダレヤナギ、ケヤマハンノキ、シラカンバ、ノニレ*、ユリノキ、エゾヤマザクラ、カスミザクラ*、アズキナシ、シンジュ、ヤマモミジ、イタヤカエデ、クロビイタヤ、ヨーロッパカエデ*、ギンヨウカエデ*、ナツツバキ
小	カラマツ、ストロブマツ、バンクスマツ、セイヨウハコヤナギ、エウロアメリカポプラ*、ドロノキ*、ギンドロ、シダレカンバ*、キタコブシ、プラタナス、ソメイヨシノ、サトザクラ*、ズミ、ハウチワカエデ、ネグンドカエデ、ミズキ、ハクウンボク

苅住昇：樹木根系図説から転載、*は佐藤孝夫：北海道立林業試験場報告 20、25 から転載

一般に根が深く、根張りが広くて土壌を緊縛する力が大きいものほど根系の支持力は大きい。しかし、根が浅い樹種でも根系の質が強靱で根が良く分岐し土壌保持力が大きいものや、根の質が軟らかくても根系の分布が深く分岐が多いものは支持力が大きい。一方、根系の分岐が少なく根の質が軟らかいものは支持力が小さい。

このように樹種によって根系の一般的形状は異なるが、同一樹種でも個々の樹木の支持力はその樹木が生育している立地条件によって著しく異なってくる。根系の支持力が大き

な樹種であっても、植栽環境が悪くて樹木の健全度が低下している場合は、根系が本来の生育をしないで、その支持力が大幅に低下することがあるので注意を要する。また、本来支持力が小さな樹木であっても、植栽環境の改善、適切な維持管理によって根系が十分に発達し、支持力が高まるので、樹種への配慮以上に生育環境をどのように整えるかの方が、風害を受けにくい緑化樹を育成する上ではより重要な要因になっている。

(3) 木材部の強度から見た風害に強い樹種

根系の支持力が風圧に耐えることができても、幹や枝の木材部の強度が風圧に耐えられなかったときに幹折れや枝折れが起きる。幹や枝の材部の強度は樹種によって異なるとともに、枝の年齢によっても異なる。一般に当年生～数年生など若い枝はしなやかであるが、物理的な強度が弱いとされている。生立している樹木に対する各部位毎の材質強度に関する詳細な資料が現在ほとんどないために、枝や幹の木材部の強度からみた風害に強い樹種について評価することは困難である。しかし、同じような生育状況にある樹木でも腐れや欠損部(傷)などがあると、その部位から折損する多くの事例があり、腐れなどにより樹木の強度が著しく低下することが指摘されている。

(4) これからの植栽樹種

今回の被害実態調査と根系の支持力などを考慮して、公園に適した樹種、街路樹に適した樹種を以下に述べる。ただし、記述した樹種は絶対的なものではなく、植栽地盤等の立地環境、維持管理等によって本来持っている樹種特性が発揮されない場合もあるので注意を要する(第3の3「緑化樹を取り巻く生育環境」参照)。植栽樹種を決定する場合は、表-5-2-4に樹種別の生育特性、風に対する被害発生の特徴を記したので、こちらを参考にしていきたい。

ア 公園樹に適した樹種

公園樹は屋外で活動している人々に対して危害を与えない樹木でなければならない。一般に、強風による樹木被害のうち、枝折れや幹折れは最も早く樹体の一部が地上部に落下してくるため、無防備の人間が逃げ遅れる可能性が高く、危険である。また、腐朽被害を受けやすい樹種は幹折れが発生しやすいので避けた方がよい。人々が集まりやすい場所や頻繁に利用する通路沿いは、被害が発生する割合が低く、幹折れや枝折れが少ない樹種が望まれる。この条件を満たす高木は、イチイ、アカエゾマツ、トウヒ類、カエデ類及びハシドイ等だが、樹形管理の徹底や植栽位置などを考慮すれば、他の樹種も植栽可能と考えられる。

根返り木は極めて大きな重量をもって倒れてくるので、トイレや遊具等の公園附带施設を容易に破壊してしまう。したがって、これら人々の集まりやすい公園附带施設を直撃する範囲内に根返りしやすい樹種を植栽するのは危険である。根返りが比較的少ないカツラ、キタコブシ及びナラ類等が植栽に適しているが、樹木の定期的な検診と維持管理を行なうことにより他の樹種も植栽可能である。

イ 街路樹に適した樹種

街路樹は道路に隣接して植栽されるため、被害が発生したときは歩行者、車両に直接傷害を与えるだけでなく、交通の支障ともなり社会的に大きな被害をもたらす。そのため、このような被害を発生しない樹木が理想的であるが、樹木は生き物であるので、成長もするし、時として腐朽も発生するので、絶対に被害を発生しない樹種は存在しない。街路樹の被害防止策は、正しい維持管理と定期的な診断及び計画的な更新がすべてである。

被害を軽減させるためには幹折れに結びつく腐朽が少なく、完全に根返りすることなく傾斜で踏みとどまる樹種が望ましい。また、簡易な定期的診断が行いやすい樹形をしている樹種だとさらに都合が良い。これらの条件を満たす樹種としては、イタヤカエデを含むカエデ類、カツラ、トチノキ、ハルニレ等があり、正しく剪定・管理されていればプラタナスも候補樹種に入る。

表 - 5 - 2 - 4 各樹種の生育特性と台風被害のまとめ

樹種	葉の形態	成長の早さ	被害の発生		被害形態								腐朽の発生頻度 (街路樹)
			公園樹	街路樹	根返り		傾斜		幹折れ		枝折れ		
					公園樹	街路樹	公園樹	街路樹	公園樹	街路樹	公園樹	街路樹	
アオダモ	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
アカエゾマツ	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
イタヤカエデ ^{*1}	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
イチイ	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
イチョウ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
イヌエンジュ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
エゾヤマザクラ ^{*2}	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
オオバボダイジュ	落葉広葉	中庸	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3
カエデ類	落葉広葉	樹種による	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
カツラ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
キタコブシ	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
クロマツ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
サクラ類	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
シダレヤナギ	落葉広葉	早い	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4
シナノキ	落葉広葉	中庸	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3	*3
シラカンバ	落葉広葉	早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
トウヒ類	常緑針葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
トチノキ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
トドマツ	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ドロノキ	落葉広葉	早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ナナカマド	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ナラ類	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ニオイヒバ	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ニセアカシア	落葉広葉	早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ネグンドカエデ [*]	落葉広葉	早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハシドイ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
パラソルアカシア	落葉広葉	枝は早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ハルニレ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
バンクスマツ	常緑針葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
プラタナス	落葉広葉	早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ブンゲンストウヒ	常緑針葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ポプラ類	落葉広葉	早い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
マツ類	常緑針葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヤチダモ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヤナギ類	落葉広葉	早い	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4	*4
ヤマモミジ ^{*1}	落葉広葉	遅い	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヨ - ロッパアカマツ	常緑針葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ヨ - ロッパトウヒ	常緑針葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ムラサキハシドイ	落葉広葉	中庸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

記号説明

- . : 特に多い . : 多い . : 中庸 . : 少ない . : 調査資料なし
- *1: カエデ類にも含まれている
- *2: サクラ類にも含まれている
- *3: 公園樹はオオバボダイジュとシナノキを合せて集計している
- *4: 公園樹はシダレヤナギとヤナギ類を合せて集計している

3 風害に強い樹木を育てる

前述したように、根系の支持力が大きな樹種であっても、植栽環境や樹木の健全度によって根系の支持力が低下することがあり、支持力が小さな樹木であっても、植栽環境の改善、適切な維持管理によって支持力が高まることがある（苅住：樹木根系図説）。ここでは、風害に強い樹木を育てるための健全な育成方法や維持管理方法について述べる。

（１）樹木を健全に育てるために

植栽木を健全に育てるためには以下の５つの条件に配慮する必要がある。これらのどの条件が欠けても植栽木の樹勢の低下を招くおそれが高いため、注意を要する。

その地域で生育可能な樹種を選ぶ

耐寒性が低く、その地域では生育が難しいと思われる樹種は基本的に植えない。その地域にもともと自生している樹種や、そこで育っている樹種・品種の中から植栽樹種を選ぶ。

その際、風にできるだけ強い樹木を植栽することも必要だが、植栽場所の空間にあった樹種を選定することが重要で、小さな植栽空間しかない場所に将来大きくなる樹種を植えるべきではない。

例えば、街路樹で中央分離帯など大きな空間が確保できる場所では、大きくなる樹木を植栽することが可能だが、狭い歩道などに植える場合は、あまり大きくならない樹種を植えるべきである。

品質の良い苗木を選ぶ

枝幹の伸長量が適度に多く、枝が四方に広がり、根が四方に張り、細根が多いものが良く、極端に伸長量の多いものや少ないもの、病虫害に罹っているものは避ける。

移植はできるだけ春早く、芽が吹く前に行う

植栽は春の開芽前が望ましく、夏植、特に伸長中のものは活着率が極端に低下する。秋植の活着率は高いが、翌年の成長が不良となることが多い。また、植栽時に苗木の根を乾かさないうち注意することも大切である。

植栽地を改善し、根張り空間を確保する

植栽木を健全に生育させるためには、根張り空間の確保が重要である。また、土壌が硬いと根の成長が阻害され、水はけが悪いと根腐れをおこし、生育不良になることが多い。街路樹では植栽升などの植樹帯を大きく確保し、植樹帯の中だけでなく、歩道など周囲の土壌もできるかぎり良質な土壌を用いるようにする。また、植樹帯には時々有機質肥料を施したり、土壌が固結しないように浅く耕耘することも必要である。公園などの樹木では、植栽時に根張り空間を広く確保し、土壌が不良の場合は広範囲に土壌改良を行ったり、客土を行う、あるいは土壌を耕耘して軟らかくするなど、植栽基盤の改善が必要である。また、植栽後は人や車などの進入による土壌の固結を防ぎ、時々有機質肥料を施すとともに、土壌が固結しないように浅く耕耘する。植栽基盤の改善は、樹木を健全に育成するだけでなく、根系の支持力の増強にもつながる。

なお、主な緑化樹の根系の分布特性、緑化樹の生育に必要な土壌層の厚さ、土壌改良の方法、客土の方法、土壌硬度および浸透高と樹木の成長については巻末資料 7 ～ 11 に示す。

適切な維持管理を行う

樹木は移植時に根系が切断されており、十分に樹体を維持することができないので、植栽後の倒伏防止や動揺防止のために支柱を設置することが必要である。切断された根は、若くて元気の良い樹木では短期間に回復するが、一般に高木類では5年程度、大木ではそれ以上の期間が必要といわれている。しかし、切断された根の回復に長い時間がかかるからといって長期間支柱を付けたままにしておくと、植栽木の根が発達せず根系の支持力が回復しないことがある。また、幹にこすれ傷が付いたり、幹に支柱や結束紐がくい込むことがあり、そこから菌類の侵入により腐朽を起こす原因となる。そのため、支柱や縄の取り外しは根系の回復の状態を見ながら早めに行う（地上部の成長が旺盛になれば根系は回復したとみなして良い）。また、病虫害防除、剪定、下草刈り、肥培及び灌水なども必要に応じて行う。とくに落ち葉は可能な限り回収して堆肥化し、街路や公園に還元することが望ましい。

なお、参考までに街路樹の根系について苧住が樹木根系図説の中で述べていることをまとめて記す。

『街路樹の根系は一般林地のそれに比べて枯損、腐朽したものがいちじるしく多い。これは土壤の転圧や舗装による土壤の乾燥と通気不良によって根系の生長と働きが阻害されるためである。また、毎年くりかえしおこなわれる地上部の剪定による樹勢の低下や根株部分の損傷による腐朽菌の侵入などに起因するところも多い。

街路樹の根系は植え付け、幼齢時には植枿内土壤の影響を直接受けるが、成長に伴って路床、路体の土壤中にも広がり、広い範囲から養水分を吸収する。成木では根系の働き部分の大半は植枿外にある（巻末資料12参照）。しかし、植枿内の土壤は、成木になって根系が路床下に発達したのちも、根系の生長を支える下層土壤に空気と養水分を供給するパイプの役割をしている。このため、植枿内土壤は膨軟で通気性良好なものが良いが、植枿土壤が古くなると表層が圧密され、透水性が悪く、雨水は表面を流失することが多い。これらの改善策としては、植枿（植樹帯）をできる限り広くし雨水の浸透と通気を促進させるとともに、植枿内土壤面をやや低くし、下草を植えるなどして表土を膨軟にして透水と通気が十分になるよう配慮する。また、長期間利用した植え穴土壤は良い土壤と交換して根系成長を促進させる。さらに、植栽枿内の根系を人為による圧密から保護するために周囲に低い柵やサークルのような覆いをする。街路樹周辺の土壤は、道路建設時になるべく良質の土壤を用いる。また、広い範囲にわたって透水と通気を促進させるため、歩道を透水性の舗装にすることも考えられる。不成績地では街路樹の周辺にトレンチを掘って土壤を良質のものに交換する。成木では根系が密に発達するため狭い植枿内の土壤を交換することは難しい。

なお、街路樹の土壤は炭素・窒素量が少ないので炭素と窒素の含有量が多く、C - N率が10～25程度のバランスがとれた土壤を用い、また堆肥など有機質肥料を入れて土壤の理化学性を改良する。pHは5～6程度にする。街路樹土壤はアルカリ化しやすいのでとくに注意をする必要がある。』

(2) 風害を受けにくい樹形に仕立てる

風心に作用する風圧は、風速の2乗や樹体の投影面積、抵抗係数などに比例するが、抵抗係数は樹種、樹形及び風速などによって変化する。

一般に樹木の形状は、形状比（樹高/胸高直径）や樹冠長比（樹冠長/樹高）などで示されることが多く、これらの指標を使って風害を受けにくい樹形がどのような姿なのかについて次に説明する。

樹木の形状比は、樹幹の完満の度合いや細り具合を表す指標として使われるが、形状比が大きいほど細くて樹高が高いひよろ長い樹形であることを示す。緑化樹の場合は木材生産を目的とするものでないので、ひよろ長い（通直な）樹形よりもがっしりと安定感のある樹形が望ましい。樹木の形状比が100以上になると風害などを受けやすくなり、50程度あるいはそれ以下の方が被害を受けづらいと言われている。公園などでは、木が混み過ぎていると下枝が枯れ上がり、肥大成長よりも上長成長が盛んになり、形状比が大きくなる結果、風害を受けやすくなる。ただし、形状比が50以下でも根張り空間が小さいあるいは土壌層が薄ければ根返りなどの被害を受けることがある。一般的に太い木ほど、風心高の直径が大きい木ほど被害を受けにくいと言われている。

形状比を小さくするためには、適度な剪定により樹高を抑えることが必要で、比較的大きな木でも、樹高が低いと風などによる外力は著しく小さくなる（写真-5-3-1）。また、風心高の直径が小さくならないように、枝下高をあまり高くしないほうが良い。さらに、樹種によっては、混み過ぎた枝を透くことにより、樹体投影面積を減少させ、風圧を軽減させることも可能である。

また、樹木の枝葉量と幹の肥大成長は比例関係にあり、枝葉量（樹冠の発達）と根系の発達とも密接な関係にあると指摘されている。前述の形状比を適切な状態に維持するためには肥大成長に関係する樹冠の維持が欠かせない。一般的に樹高と樹冠の長さとの比率を樹冠長比として表している。樹冠長比が大きくなる（樹冠が発達した木）ほど、樹高に対し幹が太くて樹木の重心が低く（形状比も小さくなる）、風や冠雪に対し強いと言われている。通常樹冠長比が0.5以上は被害を受けにくい、0.5以下では被害を受けやすくなるのが指摘されている。樹冠長比が大きいことは樹冠が良く発達し、風をたくさん受けることになるが、樹冠から多くの栄養分を受けて幹が太く、根系が発達するので、樹体の風に対する抵抗力を高めることになる。一方、樹冠長比が小さいことは樹高に比べ樹冠長が短いことであり、風圧は少なくなるが、幹が細くかつ風心高が高く、幹折れしやすくなる。

以上のことから、風害に強い樹形の仕立て方として、街路樹では、適度な剪定を行ってある程度の樹高に抑え、樹冠長は樹高の50%以上と



写真 - 5 - 3 - 1 剪定によって太く短い樹形となったナナカマド

し、葉が大きくて密に着く樹種や枝が密に混んでいる樹木では、枝を適度に透くようにする。公園などでは、木が混み過ぎている場合は適度に間伐を行い、場所によっては剪定を行って樹高を低くしたり風圧を受ける面積が小さくなるように努める。しかし、このように樹形を仕立てるより、根系の発達を促し、根系の支持力を高める努力をするほうがより重要である。

なお、秋の台風に備えるために、夏期にある程度の透かし剪定を行ったほうが良いと思われる樹種はニセアカシア、プラタナス及びヤナギ類がある。これらの樹種は剪定後の枝の回復力（伸長量）が大きく、樹木の受けるダメージは少ないが、旺盛な成長量のため翌年には元の樹形に戻っている場合があり、剪定の効果は一時的なものである。また、夏期の剪定は切口から多量の樹液が出て樹木が衰弱したり、切口が裸出することによって腐朽菌が侵入しやすいので、剪定に当っては太すぎない枝について、芽の着いている位置を考慮しながら切るなどの注意が必要である。

（３）補強資材の活用

支柱やツリーガードの設置は風害対策としても有効であると考えられる。

しかし、一般的な支柱では長期間放置しておく、樹木の肥大成長に伴って結束紐が幹にくい込んでしまったり、樹体の支持を支柱に頼ってしまい根系そのものの発達が促されないことなどから、十分な注意を要する。なお、大きな木を植栽した場合は根系の回復に10年以上も要することもあり、景観的にも支障にならない地下支柱が有効であるが、ワイヤーやロープが幹にくい込まないよう注意が必要である。

ツリーガード（巻末資料13）を使用する場合は、幹を固定している留め具が肥大成長を阻害する可能性があり、また樹体の支持を資材に頼ってしまい根系の発達が促されないことや太い幹では資材が大きくなるために費用がかさむことなどの問題点がある。

4 根や幹の枯損・腐朽の防止

都市部に植栽された緑化樹は、植栽基盤が硬い土壌であったり根張り空間が狭く、水分補給が少なく根が乾燥しやすく、さらには排気ガスを浴びるなど、劣悪な環境におかれている。そのため根系や幹などの枯損や腐朽が林地の樹木に比べて発生しやすい状況にある。根や幹に枯損や腐れが生じると、健全木に比べて著しく風害を受けやすくなる。そこで、腐れの原因となる幹などへの傷の防止策と傷口・切り口が生じた場合の対処法について説明する。

（１）幹・枝を傷つけないために

緑化樹の幹などに傷が付く主な原因としては、冠雪や強風による折損、枝どうしのこすれ、草刈りなどによる損傷、支柱による幹のこすれ、車両による損傷、剪定における切り口、支柱の結束紐などのくい込みによる傷害などがあげられる。特に除雪・排雪時における傷が多く見られる（巻末資料14）。

街路樹への除雪・排雪時における傷の防止のためには、担当者への注意の喚起がもっとも大切であるが、多雪地帯に適した植栽位置、すなわち車道や歩道に雪の一時的な堆積場所を考慮した街路樹造成を検討すべきである。植栽位置の変更と道路構造の改善を巻末資

料 15 に示した。

また、街路樹を除雪車などから守る方法として、保護杭を設置する方法（巻末資料 16）やツリーガードを保護用に使用する方法もある（巻末資料 13 参照）。保護杭は車道側と歩道側の両方に設置することが望ましいが、片側だけに設置する場合は車道側に設置する方が良い。支柱も短期的には保護用に使えるが、長期間そのままにしておくことと結束紐がくい込んでしまうので注意が必要である。また、結束紐を取り除いて支柱を残すことも考えられるが、肥大成長を阻害することがあるので、改めて保護杭を設置するほうが良い。

なお、前述のように風害対策としても適度な剪定は必要であるが、過度な剪定は逆効果になる。強剪定は樹勢を低下させるとともに、切り口から菌類が侵入しやすくなり、腐れや枯損の原因になるおそれ大きい。

（２）傷・切り口が生じたら

やむを得ず幹に傷が生じたら、殺菌剤による殺菌や雨水などの浸入防止の処置を施すなど、防腐対策を行うことが望ましい。また、剪定で生じた切り口はごく小さなものはそのまま放置しても良いが、大きな切り口（目安として直径 5 cm 程度以上）では同様の処置が必要である。傷口や切り口をそのまま放置しておくこと、雑菌が侵入し、幹や根へ広がって行くおそれがある。根株付近に腐朽の跡があるものはほとんどの場合、根にも腐朽が広がっているという報告がある。

５ 根や幹などが枯れたり腐れを生じたら

緑化樹が根返りする原因のうち根系の枯損が大きなウェイトを占め、幹折れの主因も幹の損傷や内部の腐れによると言われている。そこで、根や幹などが枯れたり腐れた場合の処置について述べる。

（１）根系の処置

根株付近に腐朽があるものは根にも腐朽が広がっていることがほとんどで、根系の腐朽や枯損により、小さな力でも倒伏する可能性が高まる。しかし、根系は地中にあるために枯損や腐れた部分を見つけることが難しく、処置のために車道や歩道を掘り起こすことが大がかりな工事になることから、造成後に根系の枯損や腐朽箇所を処置することは難しい。そのため、植栽前に植栽基盤を整備し、根系の発達が不良にならないよう対策を講じておくことが重要である。

（２）枯れた幹や腐れのある大枝、幹などの処置

傷口や剪定などによる切り口を防腐処理したにもかかわらず、その後幹や大枝が枯損することがある。このような場合は速やかにその部分を伐採することが望ましい。そのまま長期間放置しておくことさらに腐朽が進行し、腐朽菌の温床となって健全な周囲の木にも影響を及ぼすことになる。言うまでもなく、新たに切断した面にも防腐処置を施す必要がある。

また、幹内部などの腐れは、その部分の大きさによって処置方法が異なる。腐朽部分が小さい場合は、腐朽部分を取り除くなどの簡単な処置を行う。さらに、中程度以上に進行

している場合は、これまで腐朽部分を完全に除去し、取り除いた部分を補強するために、コンクリートやウレタンを充填するなどの外科的手術がとられてきた。しかし、ウレタンは強度がやや弱く、コンクリートは樹木との密着性が悪く、樹木の成長に伴って隙間ができやすいなどの欠点の指摘に加えて、最近では樹木にはもともと自己防御機構があり、樹木内の腐朽の進展を防ぐため、腐朽部の周辺に抗菌性物質を集積するなど、防御壁を形成することが明らかになってきている。そのため、過度な防腐部の切削は、かえって樹木の防護壁を破壊してしまい、また細胞内に入った腐朽菌を完全に除去することも実際的には困難な場合が多く、これまでの外科的手術を生物学的には疑問視する研究もなされている。

腐朽が相当程度進行した樹木に対する外科的手術は、確かに大がかりで、多大な費用もかかり、経費対効果の面からもすべての樹木に適用できるものではない。しかし、都市部に生立する緑化樹は文化遺産や天然記念物などの指定を受けた巨木、老木や稀少樹木などもあり、単に生物学的判断だけで結論づけることが困難で、可能な限りの延命措置や危険防止及び景観上の配慮など多様な要請に対応することが求められている。

そのようなことから、幹内部の大部分が空洞になっているような場合は、外科的手術の必要性を十分に調査・検討した上で、その是非を判断することが必要である。なお、具体的な処置方法については樹木医に相談することを奨める。大規模な処置をしない樹木でも応急的な補強処置を施したほうが良いが、幹折れの危険性が高く、折れた場合周囲に及ぼす影響が大きいと考えられるものは伐採する必要がある。

(3) 危険木の伐採と後継樹の植栽

樹木は生き物であるために、当然寿命がある。都市の緑化樹はこれまで言われてきたように根張り空間が狭く、排気ガスなどの影響を強く受けるなど、劣悪な環境下にあり、林地などの樹木に比べて寿命が比較的短い。樹木の寿命を短くしている大きな要因は幹や根の腐れで、これらは風による根返りや幹折れの原因となっている。都市部の緑化樹が根返りや幹折れすると、多くの人々の生命、財産や社会的施設などに被害を及ぼすことがある。そのため、幹内部などの大きな空洞により、周囲に被害をもたらす危険性が高いと判断された樹木は、速やかに伐採することが極めて重要である。もちろん伐採後は早期に同種の後継樹を植栽し、これまでの景観を維持、継承することが必要である。樹種や植栽木の大きさや樹勢によっても異なるが、良い植栽環境におかれた樹木の成長は早いので、植栽後10年程度もすればもとの景観をほぼ回復すると考えられる。

6 緑化樹の管理と更新

(1) 樹木管理台帳の整備と定期的な診断の実施

現在植えられている緑化樹の中には樹木管理台帳が整備されていないものも多い。そのため植栽年や補植年と本数、生育状況など、植栽木に関する情報が不明で適切な管理ができない状況にある。今後は台風などに備えて、個々の樹木の状況を把握し、樹木管理台帳に植栽年や樹高などのほか、毎年の維持管理記録を整備し、5～10年毎に定期的な樹木診断を実施することが必要である。そして根返りや幹折れの危険性が高いと判定された樹木は速やかに伐採整理し、後継樹の植栽に努めなければならない。

(2) 緑化樹の更新体制の確立

先にも述べたように、樹木は生き物であり寿命には限りがある。さらに、都市部の緑化樹は劣悪な環境におかれているために林地などの樹木に比べて寿命が短い。これまでの街路樹、公園樹の多くは枯死するか、倒れるまで放置されることが多く、根返りや幹折れによる通行への障害、車や歩行者などへの傷害及び建造物の破壊などが危惧される樹木があることから、今後は定期的な樹木診断と、ある一定の樹齢に達した樹木の若木への更新をはかる体制を確立する必要がある。特に街路樹では、危険防止とともに街路樹としての効用を十分に発揮させるため、若木への更新を計画的に行うべきである。更新体制の必要性については「緑豊かな並木づくり」(北海道国土緑化推進委員会 1987)の中でも指摘されている。更新を行う時期は樹勢の衰退を見ながら判断することが必要だが、その時期は樹種や植栽環境によっても異なる。そのさい景観を大きく変化させることがないよう、更新は一度に行うのではなく、数回に分けて行うことが望ましい。樹勢の衰えた樹木や生育不良の樹木はみどりの効用も低く、活力のあるみどりを望むのであれば、更新体制を是非確立しておく必要がある。

ただし、地域の名木に指定されている樹木や由緒ある貴重な樹木の場合は、外科的手術などにより延命処置を施したり、支柱を立てるなどの処置を行い保存をはかることも考えられる。また、樹木の保存と同時に種子によって子孫を残したり、さし木や接ぎ木などにより遺伝的に同じもの(クローン苗)を残しておき更新時の後継樹に使用するなど、更新を念頭においた計画的な苗木の養成が望まれる。

第6 まとめ

1 台風被害と対策

(1) 風の強さと緑化樹被害

台風18号による緑化樹の被害調査を全道212市町村(2004年9月8日時点)の市街地を対象に行なった。

測候所、アメダス観測地点のある道内142市町村のうち、台風18号による10分間平均風速の最大値は、強風(樹木全体が揺れると定義されている風速13.9~17.1m/sの風)が70市町村で、暴風(樹木が根こそぎなると定義されている風速25.0m/s以上の風)は、10市町で観測された。また、道内22の气象台、測候所のうち、14箇所でも最大瞬間風速の記録を更新した。

最大風速が大きい市町村では、樹木の被害(風害)が発生していた。被害本数は最大風速より、人口などの社会的要因の影響を間接的に受けていた。

被害本数は、公園樹23,522本、街路樹11,992本であった。

被害本数の多かった樹種は、公園樹はニセアカシア、シラカンバ及びサクラ類、街路樹はナナカマド、ニセアカシア及びカエデ類であった。

公園樹について使用実績と被害本数の関係から被害発生が多かった樹種と少なかった樹種を推定した。その結果、被害が多かった公園樹は、ニセアカシア、ポプラ類、ヤナギ類及びヤチダモで、逆に少なかったのはイチイ、カツラ及びニオイヒバであった。

街路樹で被害率(被害本数/植栽本数)の高かった樹種は、ポプラ類(12.0%)、ニセ

アカシア（8.4％）、ナナカマド（8.3％）、シダレヤナギ（8.2％）及びイヌエンジュ（6.1％）で、低かった樹種はカツラ（0.4％）、オオバボダイジュ（0.5％）、ハルニレ（1.2％）及びイチョウ（1.3％）であった。

被害形態は、一般に公園樹は根返りが多く、街路樹は根返りと傾斜が多かったが、樹種によっては幹折れや枝折れが多発していた。

街路樹は腐朽部位から折れている事例が多く見られ、樹木1本あたりの腐朽数が多い路線は、幹折れ率（幹折れ／植栽本数）が高かった。

街路樹の植栽升幅が1.50m以上ある路線では、腐朽木の発生が少なくなっていた。

剪定を行なっている路線は、剪定を行っていない路線に比べて、被害発生率が低くなっていた。しかし、一部の樹種では剪定による被害低減効果がなかった。剪定による被害軽減効果のなかった樹種のうち、ニセアカシアは成長が早く、すぐに元の樹形に戻ってしまい、剪定効果が長続きしていなかった。

人為的な傷害によって台風被害を誘発したとおもわれる事例が多数あった。

（2）被害対策と樹木の更新

風害を受けやすい樹種と被害形態を明らかにし、次期植栽木選定の参考資料となる表を作成した（表-5-2-4、6-1-1）。

樹木を健全に育てるためには、立地条件に適した樹種の選定、品質の良い苗木の使用、適期の移植、根系が十分に発達できる空間の確保及び適切な維持管理が必要である。

風害に耐性のある樹形として、形状比（樹高／胸高直径）は50以下がよく、樹冠長比（樹冠の長さ／樹高）は0.5以上が望ましい。耐性のある樹形に仕立てるためには、適切な本数管理と剪定が必要である。

剪定の実施は風害発生防止に一定の効果があり、特に枝折れ被害が多発する樹種は定期的な剪定を要する。

樹木腐朽に繋がる車両等による人為的傷害の防止には、保護杭設置が必要と考えられる。同様に、傷害による腐朽木発生を少なくするためには、街路樹の植栽升幅を1.50m以上確保する必要がある。

緑化樹の被害発生防止には、定期的な検診と適切な維持管理が有効で、そのために管理台帳を整備する必要がある。

傷害を受けた樹木は早期に適切な治療が必要であるが、腐朽等があって危険と判断された場合は植え替える必要がある。

表 - 6 - 1 - 1 被害調査を基にした樹種別の使用評価と被害発生状況

樹種	使用の適否 公園街路	腐朽発生 頻度(街路 樹の事例)	被害の発生しやすさ、被害形態
アオダモ	-	・	被害発生は少ない、被害形態は根返りや傾斜
アカエゾマツ		・	被害発生は少ない、根返りが多く、他に幹折れや枝折れが発生
イタヤカエデ ^{*1}	-	・	被害発生は中庸、被害形態は傾斜や枝折れが多い
イチイ		・	被害発生少ない、根返りが多く、他に幹折れや枝折れが発生
イチヨウ		中庸	被害発生は少～中庸、公園樹は根返り、枝折れ、街路樹は傾斜等が発生
イヌエンジュ		中庸	被害発生は多い、根返り、傾斜が多発
エゾヤマザクラ ^{*2}	-	・	被害発生は中庸、根返り、傾斜、幹折れ、枝折れが均等に発生
オオバボダイジュ ^{*3}		中庸	被害発生は中庸、被害形態は根返りが多く、他に幹折れや枝折れも発生
カエデ類		・	被害発生は中庸、公園では根返りが多いが、その他の被害も発生
カツラ		・	被害発生は少ない、街路で幹折れが多いが、根返りや傾斜は少ない
キタコブシ	-	・	被害発生は中庸、各種の被害が均等に発生
クロマツ	-	中庸	被害発生は中庸、傾斜被害が多い
サクラ類		高い	被害発生は中庸、根返り、傾斜、幹折れが多く発生
シダレヤナギ ^{*4}	×	高い	被害発生は多い、根返りが最も多く、傾斜、幹折れ、枝折れも発生
シナノキ ^{*3}		・	被害発生は中庸、根返りが最も多かったが、傾斜、幹折れも発生
シラカンバ		低い	被害発生多い、根返り、傾斜、幹折れが発生
トウヒ類	-	・	被害発生は少ない、根返りが多く発生、幹折れも発生
トチノキ	-	高い	被害発生は中庸、幹折れが多い
トドマツ		・	被害発生は中庸、根返り、幹折れ等の致命的な被害形態が多い
ドロノキ	-	・	被害発生は中庸、根返り、幹折れ、枝折れ被害が発生
ナナカマド		中庸	被害発生多い、根返り、傾斜、幹折れ、枝折れの全てが発生
ナラ類	-	・	被害発生多い、根返り、幹折れ、枝折れが発生
ニオイヒバ		・	被害発生は少ない、根返りが多発し、幹折れ、枝折れも発生
ニセアカシア	×	高い	被害発生が最も多い、根返りが多発、傾斜、幹折れ、枝折れも発生
ネグンドカエデ	-	・	被害発生は中庸、根返りが最も多く、傾斜も発生
ハシドイ	-	中庸	被害発生は中庸、根返りが最も多く、傾斜も発生
パラソルアカシア	-	・	被害発生は中庸、根返りと枝折れが発生
ハルニレ		・	被害発生は中庸、根返りが多い、傾斜、幹折れ、枝折れも発生
バンクスマツ	-	低い	被害発生は中庸、傾斜が最も多く、根返りも発生
プラタナス		高い	被害発生多い、枝折れが最も多く、次いで根返りが発生
ブンゲンストウヒ	-	低い	被害発生は中庸、根返りと枝折れが発生
ポプラ類	×	高い	被害発生多い、根返りが最も多く、幹折れ、枝折れも発生
マツ類	-	・	被害発生は中庸、根返りが多く発生、他に幹折れ、枝折れが発生
ヤチダモ		・	被害発生は多い、根返りが最も多く、傾斜、幹折れ、枝折れも発生
ヤナギ類 ^{*4}	×	・	被害発生は最も多い、公園樹は各種被害が発生、街路樹は幹折れが発生
ヤマモミジ ^{*1}	-	中庸	被害発生は中庸、幹折れが多く、他に根返りと枝折れが発生
ヨ - ロッパアカマツ	-	・	被害発生は中庸、根返りが多く、他に傾斜が発生
ヨ - ロッパトウヒ	-	低い	被害発生は少ない、根返りが特に多く発生
ムラサキハシドイ	-	・	被害発生は少ない、根返りが多く、他に傾斜、幹折れが発生

記号説明

○:適している △:使用場所に注意を要する ×:使用に不適 -:データ不足で評価不能

*1:カエデ類にも含まれている

*2:サクラ類にも含まれている

*3:公園樹はオオバボダイジュとシナノキを区分しないで集計している

*4:公園樹はシダレヤナギとヤナギ類を区分しないで集計している

2 謝辞

本報告書のとりまとめには、道内各市町村、北海道建設部道路整備課、土木現業所及び北海道開発局道路維持課から台風被害をとりまとめた資料の提供を受けました。資料を提供していただいた公園、道路の維持管理担当の皆様、厚くお礼申し上げます。また、資料の収集にあたって御協力いただいた、北海道水産林務部森林活用課並びに各支庁林務課みどり担当の皆様、感謝を申し上げます。樹木風害写真の一部は、札幌市の服部聡様から提供を受けました。服部様並びに現地調査の補助、資料の整理に協力していただいた臨時職員の皆様にも心から感謝申し上げます。

3 担当者

北海道立林業試験場 緑化樹センター

副 所 長	三岡 修
主任 研究員	佐藤孝夫
管理技術科長	清水 一
研 究 職 員	石井弘之
利用指導課長	清水口 進
主 任	金田秀行
主 任	中山康博

参考文献

- 北海道 1987 緑豊かな並木づくり - 北国の道路緑化指針 - 174p (社)北海道国土緑化推進委員会
- 北海道立林業試験場 1996 多雪地帯におけるみどり豊かな街路樹の造成・管理技術報告書 72p
- 苅住 昇 1979 樹木根系図説 1121p 誠文堂新光社
- 水井憲雄・畠山末吉 1984 カラマツ人工林の台風被害 - その特徴と耐風性 - 光珠内季報 60:1~6
- 佐藤孝夫 1996~99 根の話 1~13 造園 No.91~103 北海道造園建設業協会
- 佐藤孝夫 1982 苗木6種の根の伸長の季節変化 北海道立林業試験場報告 20:69~79
- 佐藤孝夫 1987 広葉樹の根の伸長の季節変化 北海道立林業試験場報告 25:1~17
- 傳甫潤也 2004 2004年台風18号の倒木被害から学ぶ都市緑地の計画・管理 北方林業 56:241~242
- 四手井綱英 1976 森林保護学 236p 朝倉書店
- 鈴木和夫 1999 樹木医学 325p 朝倉書店
- (社)ゴルファーの緑化促進協力会編 1995 緑化樹木の樹勢回復 230p 博友社

資料 - 2 公園樹の樹種別・支庁別被害発生本数

支庁別	計	%	石狩	渡島	檜山	後志	空知	上川	留萌	宗谷	網走	胆振	日高	十勝	釧路	根室
樹種名	23,522	100.0	11,129	1,581	121	809	3,477	2,680	848	71	1,025	1,521	0	130	113	17
			47.3	6.7	0.5	3.4	14.8	11.4	3.6	0.3	4.4	6.5	0.0	0.6	0.5	0.1
イチョウ	15	0.1	4	5	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
イチイ	21	0.1	2	6	3	0	4	1	0	0	2	3	0	0	0	0
アカエゾマツ	118	0.5	18	1	0	0	38	15	1	8	37	0	0	0	0	0
トドマツ	743	3.2	91	132	1	8	59	251	17	0	165	15	0	0	0	4
トウヒ類	260	1.1	75	13	0	34	36	67	6	0	17	10	0	2	0	0
カラマツ	309	1.3	50	5	0	10	128	50	25	0	39	2	0	0	0	0
マツ類	799	3.4	181	213	10	37	107	89	0	6	43	109	0	0	4	0
ニオイヒバ	60	0.3	21	12	0	9	0	12	0	0	6	0	0	0	0	0
その他針葉樹	183	0.8	26	55	1	15	80	3	0	0	3	0	0	0	0	0
小計(針葉樹)	2,508	(10.7)	468	442	15	113	454	492	49	14	309	142	0	2	4	4
サクラ類	916	3.9	96	233	57	44	168	204	53	13	41	7	0	0	0	0
カエデ類	403	1.7	109	70	7	21	31	61	47	0	8	40	0	4	5	0
シラカンバ	1,117	4.7	172	44	4	118	280	272	54	9	130	20	0	1	11	2
ナナカマド	855	3.6	310	69	6	4	142	124	62	9	45	72	0	3	3	6
カツラ	21	0.1	3	2	0	2	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0
ライラック	90	0.4	76	4	0	0	7	1	0	0	2	0	0	0	0	0
ハルニレ	216	0.9	45	5	0	1	9	111	0	0	36	6	0	0	3	0
ナラ類	451	1.9	84	83	0	122	9	80	4	0	49	16	0	1	3	0
ハンノキ類	279	1.2	11	114	1	2	26	10	50	0	12	46	0	0	7	0
ヤナギ類	717	3.0	260	19	0	2	134	42	29	0	150	41	0	2	33	5
シナ類	74	0.3	34	2	0	0	7	19	0	0	9	3	0	0	0	0
ヤチダモ	337	1.4	40	19	0	9	70	32	144	0	10	8	0	0	5	0
ドロノキ	217	0.9	0	8	0	1	98	38	0	14	37	11	0	10	0	0
イヌエンジュ	115	0.5	39	11	0	0	7	38	10	1	2	2	0	0	5	0
ボブラ	768	3.3	433	13	6	20	94	132	25	4	2	1	0	38	0	0
ブラタナス	108	0.5	32	39	0	2	23	4	3	0	4	1	0	0	0	0
ニセアカシア類	1,801	7.7	808	45	14	47	370	93	246	0	144	33	0	1	0	0
その他広葉樹	573	2.4	61	192	11	74	69	57	42	0	7	24	0	2	34	0
小計(広葉樹)	9,058	(38.5)	2,613	972	106	469	1,549	1,327	769	50	688	331	0	62	109	13
不明・その他	11,956	(50.8)	8,048	167	0	227	1,474	861	30	7	28	1,048	0	66	0	0
エゾマツ	88		14	1	0	0	71	2	0	0	0	0	0	0	0	0
スギ	32		0	31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒノキ	6		0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ウラジロモミ	8		0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒマラヤシダー	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒマラヤスギ	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒバ類	57		12	18	1	0	22	1	0	0	3	0	0	0	0	0
コウヤマキ	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メタセコイヤ	5		0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他針葉樹 計	199		26	55	1	15	80	3	0	0	3	0	0	0	0	0
アオダモ	2		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アキグミ	4		0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
アズキナシ	11		0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0
アンズ	1		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ウメ	11		11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カイドウ	1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
キササゲ	4		0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
キタカミハクヨウ	33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0
キタコブシ	15		1	1	0	1	3	8	0	0	1	0	0	0	0	0
キハダ	39		1	0	0	0	3	2	31	0	0	2	0	0	0	0
キリ	3		0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
ギンドロ	37		3	5	0	0	0	17	0	0	0	12	0	0	0	0
グミ	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クリ	186		11	111	6	54	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0
クヰミ	40		9	2	1	5	8	5	3	0	4	0	0	2	1	0
ケヤキ	25		4	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
シンジュ	2		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スモモ	9		0	1	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0
トチノキ	11		6	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ニガキ	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ニシキギ	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
リウツギ	3		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
ハクウンボク	1		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハシドイ	5		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハナミズキ	3		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
花リンゴ	2		0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
ハリギリ	8		0	1	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0
ヒメリンゴ	3		0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
フジ	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブナ	3		0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブラム	1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ホオノキ	13		0	0	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
マユミ	1		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ミズキ	4		0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ムクゲ	4		1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヤマグワ	15		6	0	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
ヤマナラシ	2		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
ヤマハギ	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヤマボウシ	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ユリノキ	35		0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
リンゴ	30		0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他広葉樹 計	573		61	192	11	74	69	57	42	0	7	24	0	2	34	0
アカマツ	241		36	105	0	17	33	23	0	6	15	6	0	0	0	0
クロマツ	52		2	21	10	7	0	1	0	0	11	0	0	0	0	0
イタヤカエデ	222		20	65	6	16	7	53	45	0	3	1	0	1	5	0
カエデ類	180		88	5	1	5	24	8	2	0	5	39	0	3	0	0
その他	497		157	0	0	0	333	6	0	0	1	0	0	0	0	0

資料 - 3 風害発生市町村における街路樹樹種別被害本数

樹種	植栽市町村数	被害本数	樹種	植栽市町村数	被害本数
ナナカマド	58	3070	ヤチダモ	12	95
ニセアカシア	31	617	トチノキ	20	88
プラタナス	31	529	キタコブシ	9	72
カエデ類	70	455	ヨ - ロッパアカマツ	12	71
サクラ類	70	442	ハルニレ	22	50
イヌエンジュ	28	301	パラソルアカシア	5	41
エゾヤマザクラ **	25	257	トドマツ	9	31
イチョウ	32	228	シナノキ	8	24
シラカンバ	26	201	カラマツ	6	22
ネグンドカエデ *	11	172	アオダモ	6	18
クロマツ	8	157	カツラ	16	17
ポプラ類	13	157	アズキナシ	7	12
ヤマモミジ *	20	132	オオバボダイジュ	9	12
イタヤカエデ *	25	127	ケヤマハンノキ	8	9
シダレヤナギ	15	127	ニオイヒバ	6	8
ブンゲンストウヒ	23	112	イチイ	19	7
ヤナギ類 ***	10	112	その他	-	1049
バンクスマツ	4	111			
アカエゾマツ	15	104	計	69	8240
ハシドイ	17	100			

*:カエデ類にも含まれている
 **:サクラ類にも含まれている
 ***:ヤナギ類は樹種不明のヤナギ

資料 - 4 風害発生市町村における街路樹樹種別平均被害率

樹種	市町村数	植栽本数	平均被害率	樹種	市町村数	植栽本数	平均被害率
ヤナギ類 ***	4	58	21.6	トチノキ	22	4806	1.7
ポプラ類	12	3140	12.0	ニオイヒバ	6	657	1.6
ニセアカシア	27	20891	8.4	ハウチワカエデ *	9	184	1.6
ナナカマド	46	76910	8.3	イチョウ	32	37747	1.3
シダレヤナギ	15	6798	8.2	トドマツ	7	156	1.2
イヌエンジュ	27	13691	6.1	ハルニレ	26	17372	1.2
ヨ - ロッパアカマツ	12	2592	3.3	ミズナラ	3	126	0.8
パラソルアカシア	4	667	3.2	ルブルムカエデ *	3	414	0.7
ヤチダモ	10	5336	3.1	オオバボダイジュ	11	3209	0.5
サクラ類	39	20407	3.0	ケヤキ	3	789	0.5
カラマツ	4	157	2.9	アオダモ	8	1101	0.5
バンクスマツ	6	1280	2.9	アカエゾマツ	12	1878	0.4
ハシドイ	18	7850	2.8	カツラ	15	4058	0.4
カエデ類	36	33436	2.8	シンジュ	6	524	0.2
イタヤカエデ *	19	9865	2.8	ケヤマハンノキ	6	515	0.2
ネグンドカエデ *	14	4779	2.7	ヨ - ロッパトウヒ	9	2508	0.1
クロマツ	6	8022	2.6	アカナラ	4	974	0.03
ブンゲンストウヒ	18	2786	2.5	イチイ	22	4717	0.03
エゾヤマザクラ **	22	9208	2.3	アズキナシ	5	1249	0.0
シナノキ	7	4354	2.1	クルミ	4	21	0.0
ヤマモミジ *	15	6538	1.9	ツリバナ	4	471	0.0
シラカンバ	25	9500	1.8	ミズキ	4	64	0.0
プラタナス	30	23237	1.7	ヤマグワ	4	65	0.0
キタコブシ	8	1109	1.7				

平均被害率の算出は、植栽本数と被害本数の両方が把握されている市町村の資料を使用したもので、表 - と被害本数は一致しない

*:カエデ類にも含まれている

** :サクラ類にも含まれている

***:ヤナギ類は樹種不明のヤナギ

資料 - 5 街路樹樹種別被害形態

樹種	被害本数	被害形態 (%)			
		根返り	傾斜	幹折れ	枝折れ
ナナカマド	3070	30.8	38.7	19.9	10.6
ニセアカシア	617	62.2	23.3	1.4	13.1
プラタナス	529	38.9	6.8	6.2	48.1
カエデ類	455	35.2	40.7	7.0	17.1
サクラ類	442	43.5	36.9	11.2	8.5
イヌエンジュ	301	67.9	27.1	2.1	2.9
エゾヤマザクラ **	257	22.4	18.4	35.5	23.7
イチョウ	228	40.9	28.7	18.3	12.2
シラカンバ	201	19.8	6.9	7.9	65.3
ネグンドカエデ *	172	77.4	16.1	0.0	6.5
クロマツ	157	7.0	77.6	8.4	7.0
ポプラ類	157	69.0	6.2	4.7	20.2
ヤマモミジ *	132	31.8	0.0	54.5	13.6
イタヤカエデ *	127	3.9	78.9	2.6	14.5
シダレヤナギ	127	56.3	12.6	17.5	13.6
ブンゲンストウヒ	112	52.2	26.1	4.3	17.4
バンクスマツ	111	29.7	69.4	0.9	0.0
アカエゾマツ	104	82.6	0.0	4.3	13.0
ハシドイ	100	76.5	10.3	5.9	7.4
ヤチダモ	95	53.8	21.5	2.2	22.6

*: カエデ類にも含まれている

** : サクラ類にも含まれている

資料-6 腐朽部位から幹が折れた事例



資料 - 7 主な緑化樹の根系の分布特性

表 主な緑化樹の根系の分布特性

		水 平 分 布			
		集中型	中間型	分散型	
垂 直 分 布	浅根型	ニオイヒバ	アオダモ	アカエゾマツ	
		ハクウンボク	エゾヤマザクラ	ブンゲンストウヒ	
		ハウチワカエデ	イタヤカエデ	ヨーロッパトウヒ	
		ヤマモミジ	クロビイタヤ	ドロノキ	
		ナツツバキ	ヨーロッパカエデ	ポプラ類	
		シダレヤナギ	ギンヨウカエデ	ハルニレ	
		ムラサキハシドイ	ネグンドカエデ	ケヤキ	
	深根型	ハシドイ	ズミ	ナナカマド	
			シダレカンバ	アズキナシ	
			シナノキ	ミズキ	
			ケヤマハンノキ	ブナ	
			ハンノキ		
		中間型	ニシキギ	サトザクラ	カラマツ
			マユミ	ソメイヨシノ	キタコブシ
カンボク	エゾノウワミズザクラ		ホオノキ		
オオカメノキ	スモモ		プラタナス		
ヒョウタンボク	シンジュ		イヌエンジュ ニセアカシア		
深根型	イチイ	イチョウ	トドマツ		
	メタセコイア	バンクスマツ	アカマツ		
	カツラ	シラカンバ	クロマツ		
	トチノキ	キハダ	ヨーロッパアカマツ		
	カシワ	ヤチダモ	ヨーロッパクロマツ		
	ミズナラ	クロミサンザシ	ストロブマツ		
	コナラ	ユリノキ	チョウセンゴヨウ		
	アカナラ				

垂直分布：浅根型：根が表層におおいもの
 中間型：やや深くおよぶもの
 深根型：根が深く侵入するもの
 水平分布：集中型：根の広がりが小さいもの
 中間型：中庸なもの
 分散型：根の広がりが大きいもの

資料 - 8 緑化樹の根系の成長と生育に必要な土壌層の厚さ

表 緑化樹の根系の成長

		植栽時	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
シラカンバ	樹高(cm)	80	114	232	340	470	645
	根の深さ(cm)	21	69	125	140	150	160
	根の広がり(cm)	8	104	180	220	280	420
カツラ	樹高(cm)	129	136	236	290	355	445
	根の深さ(cm)	18	42	80	120	140	130
	根の広がり(cm)	13	68	120	140	180	210
エゾヤマザクラ	樹高(cm)	42	116	209	308	400	470
	根の深さ(cm)	23	57	80	100	100	100
	根の広がり(cm)	6	79	160	220	240	340

* 根の広がり は根株からの半径で示してある

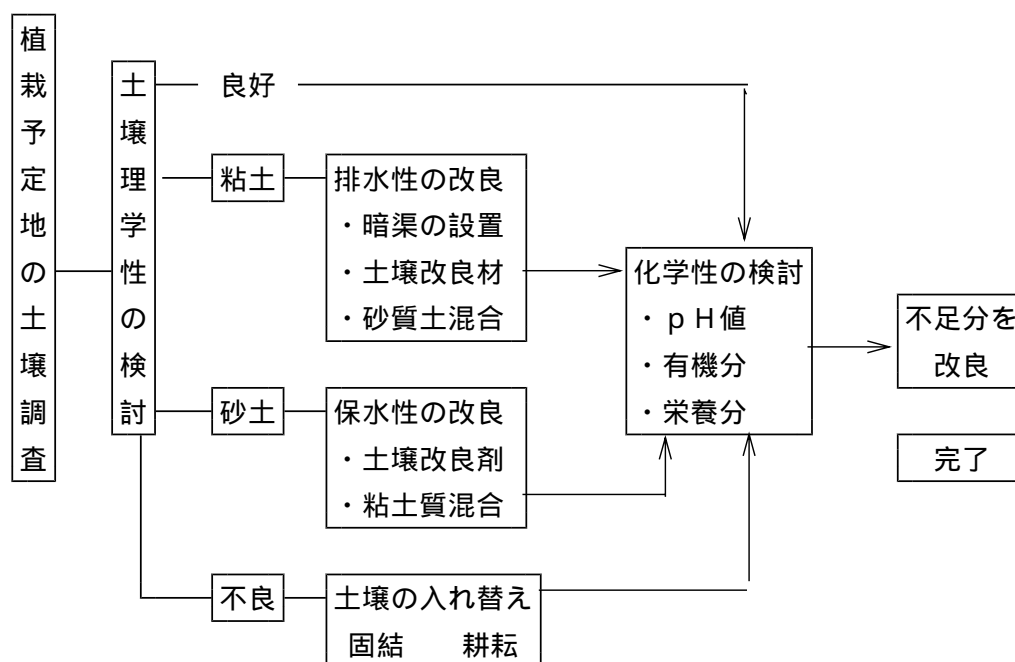
表 緑化樹の生育に必要な土壌層の厚さ

垂直分布型	低木	中木	高木
浅根型	30cm	45cm	60cm
中間型	45	60	90
深根型	60	90	120

* 低木は成長しても高さ3m程度，中木は高さ5～10m程度，高木は成長すると12～15m以上になる樹木

資料 - 9 土壌の判断と改善方法

(1) 土壌の適性判断



(2) 土壌の種類と改良法

土壌の種類	性質	改良法
酸性土壌	塩類 (K , Ca , Mg) や微量元素が欠乏。 緑化樹の多くは弱酸性を好む。	石灰質資材の投入 有機質資材の混入
アルカリ性土壌	K , Mg の含有量が多いため、生育障害が おきやすい。	硫黄粉末などの投入 弱酸性土壌の客土
火山灰土	物理性は良好だが、貧栄養。石灰・苦土・ リン酸が欠乏しやすい	有機質資材の投入 リン酸の施肥

(3) 各種資材の特性

泥炭 (ピートモス): 木本, 草本, コケ等の植物遺体が嫌気状態で堆積したもの。栄養分は少ないが, 土壌の膨軟化, 保水性, 保肥力の改良になる。

パーライト: 真珠岩を高温加熱 - 発砲処理したもの。通気性, 通水性を高める。また, パーライト自身の孔隙は植物が利用しやすい水分を保持する。

バーミキュライト: ひる石を高温処理してふくらませたもの。透水性の改善, 保水性の効果も期待できる。

木炭: 木材等を炭化処理したもの。透水性の改良, 植物にとって良好な菌類の増殖効果がある。

バーク堆肥: 木材の皮と各種有機物 (糞尿) を混ぜて発酵させたもの。土壌の膨軟化, 保水力の向上などに効果がある。

資料 - 10 客土の方法

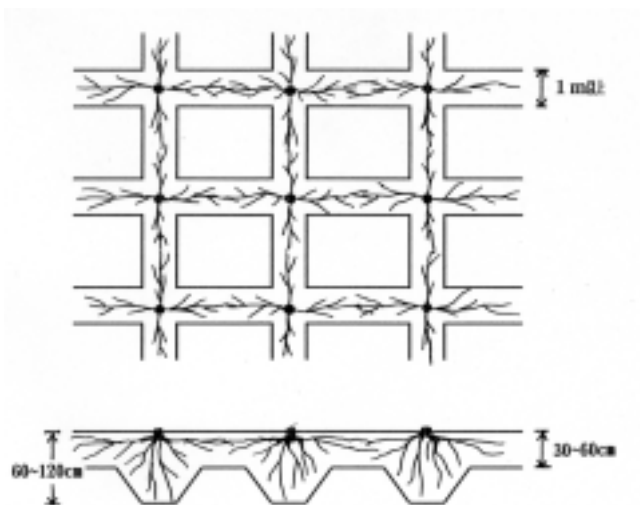


図-1 格子状客土

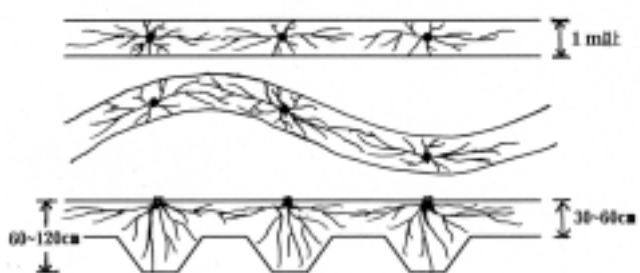


図-2 带状客土

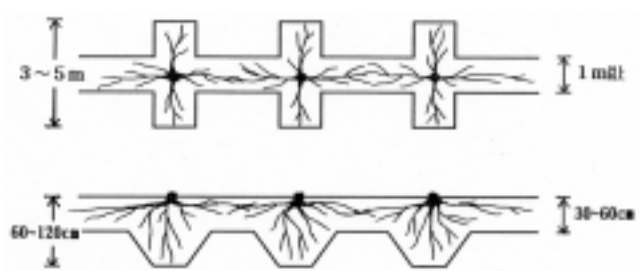


図-3 改良带状客土

植栽地の土壌が不良で、耕耘行ったり土壌改良材を用いても改善が難しい場合は客土を行う必要がある。公園などにおいては客土は全面的に行うことが望ましいが、土壌にかかる経費が高くなる。そこで、有効的な客土の方法を紹介する。

図-1のような格子状の客土を行い、その交点に樹木を植えると、根は四方に伸びることができる。根は根株付近では深く侵入するが、横に長く伸びた水平根は比較的浅い部分にあるので、根株付近では客土を深くし、根株から約2m以上離れると深さは浅くてもかまわない。客土の深さは樹種によって異なり、根系の垂直分布を基準に決める。

列状に並んだ樹木を植える場合は、客土の量を少なくするためには図-2のようにすることもできる。樹木が直線的に並んでいないときは帯状の客土帯を曲線にして対応する。この場合は根は2方向に伸びることになるが、これまでの植え穴だけの客土よりは良い。客土の深さは図-1と同様である。

客土の量をもう少し増やすことが可能であるならば、図-3のような客土をすると良い。図-2よりも根系の発達が促される。客土の深さは図-1と同様である。

なお、周囲の土壌がきわめて固い場合は、客土した部分に水が溜まる場合があるので、暗渠などを入れて排水を良くすることが重要である。

資料 - 1 1 土壤硬度および浸透高と樹木の成長

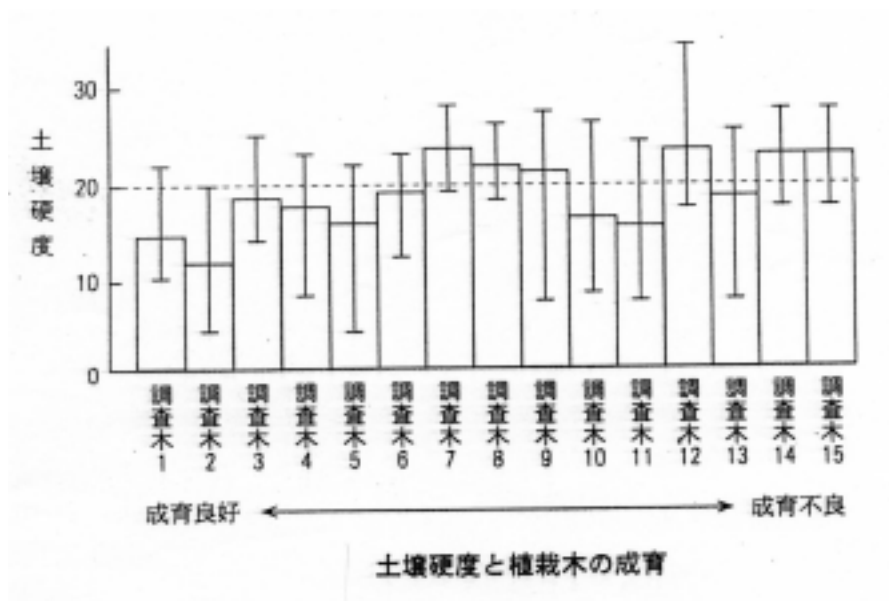


図 - 1 土壤硬度と樹木の成育

土壤硬度は山中式硬度計で測定，土壤硬度が 20 を越えると樹木の成育が不良となるものが多い。

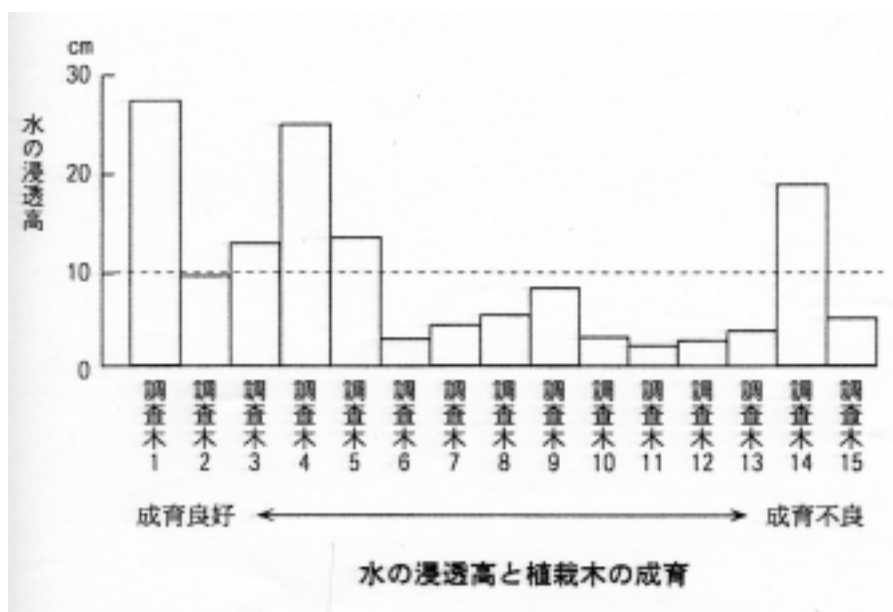


図 - 2 水の浸透高と樹木の成長

浸透高は水の透水性を示すものである。深さ 30cm ほどの穴を掘って水を入れ，1 時間の間にどのくらいの水がしみ込むかを表したもの。浸透高が高いものほど水はけが良い。浸透高が 10cm 程度以上あると成育は良好であった。

上記の 2 図から土壤硬度が低くても浸透高が低い場所では成育が不良となり，逆に浸透高が高くても土壤硬度が高い場所では成育不良となりやすいこともわかる。

資料 - 1 2 街路樹の根系の水平分布

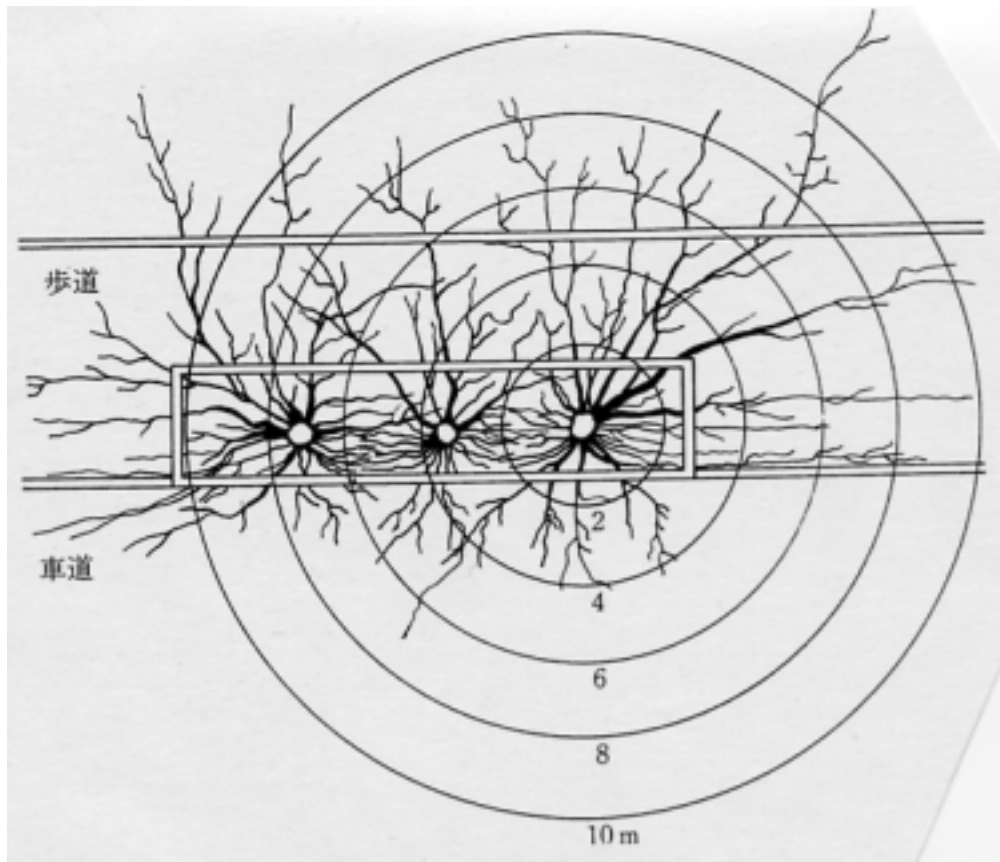


図 イチョウ（街路樹）の根系の水平分布
長い水平根は 15m 以上に達する。細根の多くは植枡の外にある。
樹高 17m，胸高直径 57cm。 （苅住：樹木根系図説より）

資料-13 ツリーガードの設置



写真-1 金属製のツリーガード



写真-2 木製のツリーガード



写真-3 ツリーバンドがくい込み始めている



写真-4 幹が太くなるとツリーガードも大きなものが必要になる

資料-14 除雪・排雪時における傷



写真-1 最近の傷口



写真-2 古い傷と最近の傷



写真-3 大きな傷口から幹の腐れが広がる

資料－15 道路構造と植栽の位置

(北海道立林業試験場：多雪地帯におけるみどり豊かな街路樹の造成・管理技術報告書より)

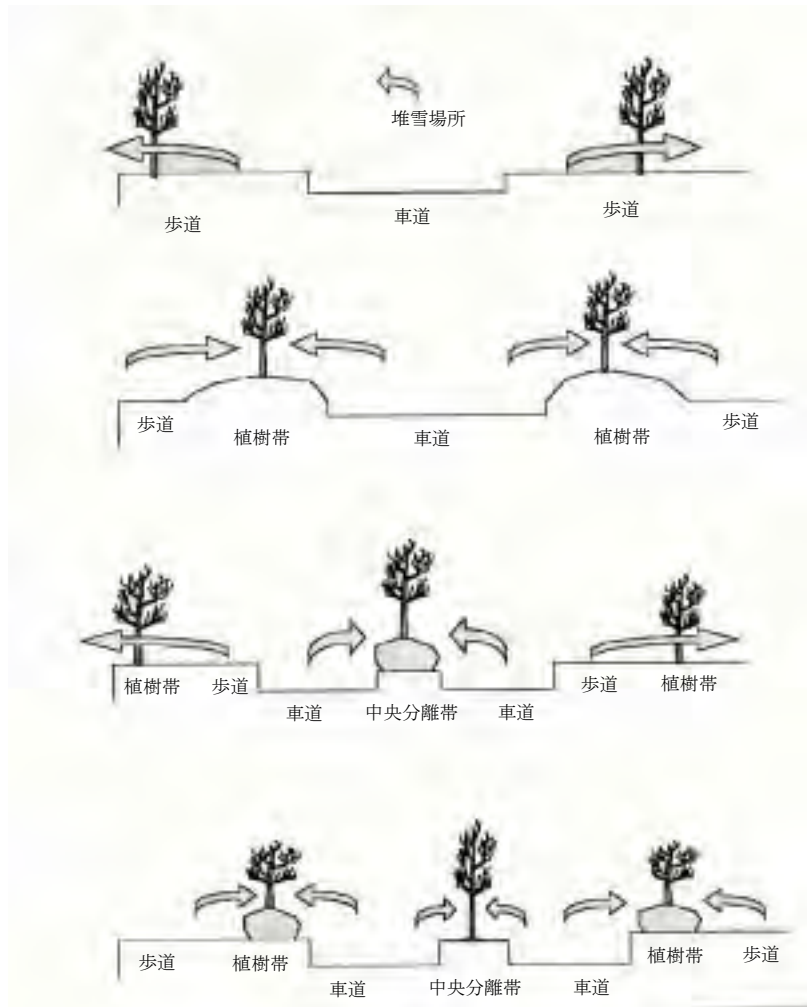


図 道路構造と植栽位置

- ①街路樹を歩道の外側かたはやや離れた外側に植栽する。街路樹が歩道の除雪の妨げにならず、街路樹にも傷が生じづらい。
- ②歩道と車道の間広い植樹帯を確保する。街路樹の根系の発達も良くなり、冬期間は雪の一時的な堆積場所にできる。
- ③街路樹は歩道の外側に植栽し、道路中央に広い植樹帯を確保する。歩道の外側の街路樹は歩道の除雪の妨げにならず、中央の植樹帯では大きな街路樹を育てるとともに、一時的な雪の堆積場所としても利用する。
- ④歩道と車道の間広い植樹帯を確保するとともに、道路中央に広い植樹帯を確保する。街路樹を大きく育てるとともに、雪の一時的な堆積場所を確保する。

*①から④の順に広い道路面積が必要になる。なお、通学路では交通事故対策として、歩道と車道の間街路樹を植栽し、冬期間は歩道の除雪をきちんと行うようにする。歩道の除雪が十分に行われなような場所では歩行者が車道を歩くことになるので、街路樹は歩道の外側に植栽し、除雪による歩道の除雪を行うようにする。

資料-16 保護杭の設置



写真 街路樹保護のための保護杭の設置