

の菌類や虫による被害も受けやすい生育環境にある。

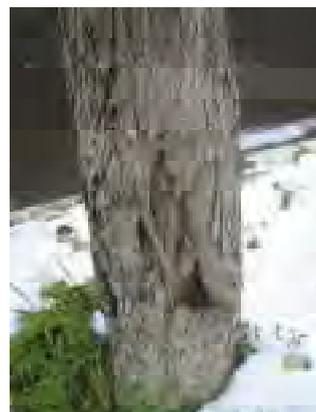


写真 - 3 - 3 - 5 車道と歩道のアスファルトに挟まれた植樹帯  
写真 - 3 - 3 - 6 傷害部から腐朽している街路樹

#### 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。

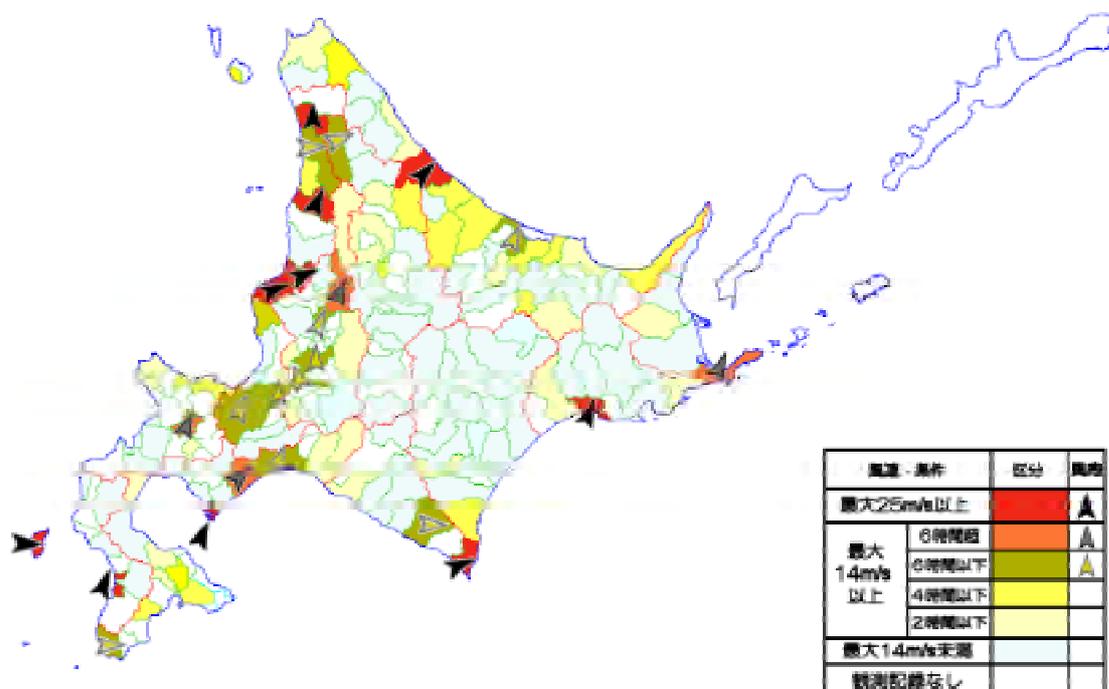


図 - 4 - 1 - 1 各地の風速の状況

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)。

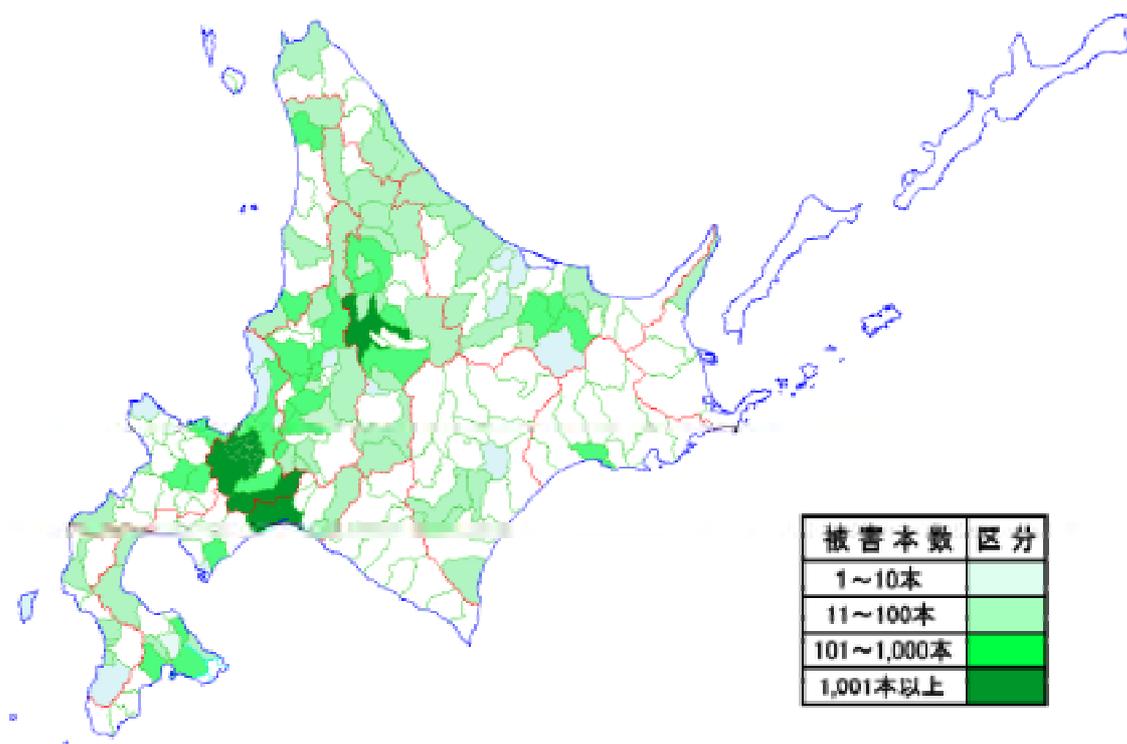


図 - 4 - 2 - 1 市町村別の被害状況

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)。

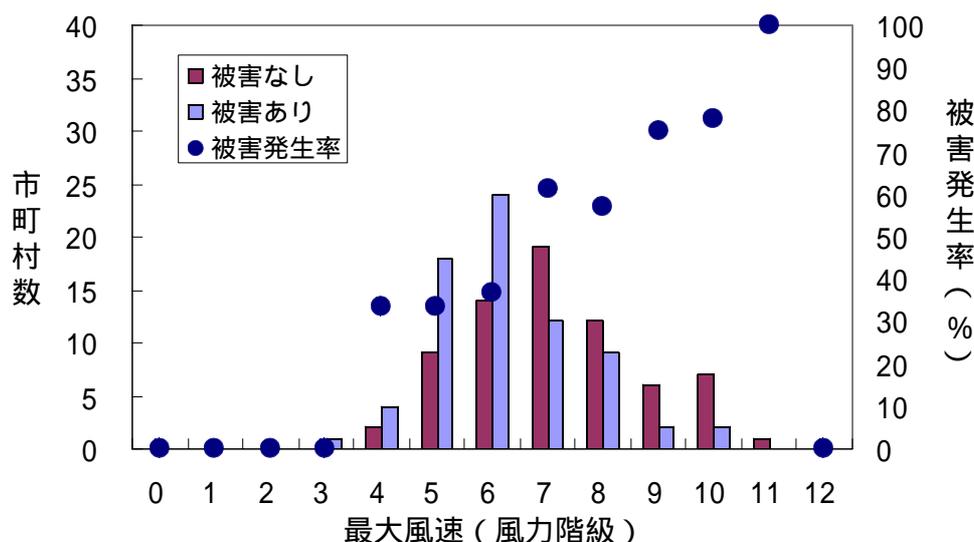


図 4 - 2 - 2 最大風速と被害の発生率

#### (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)。

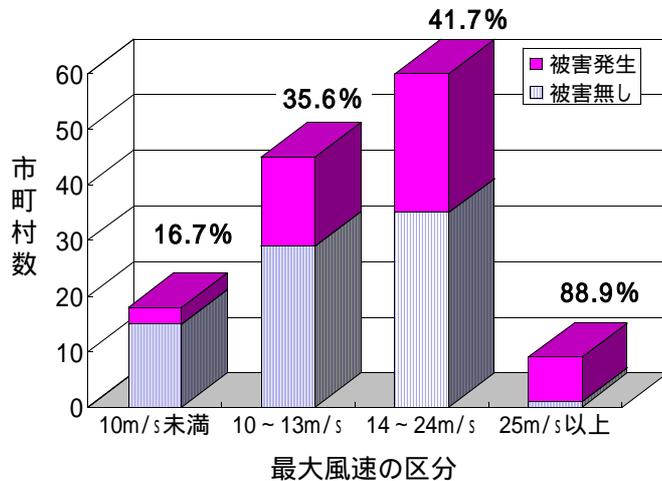


図 - 4 - 2 - 3 10分間最大風速別にみた各市町村の被害発生の有無

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。

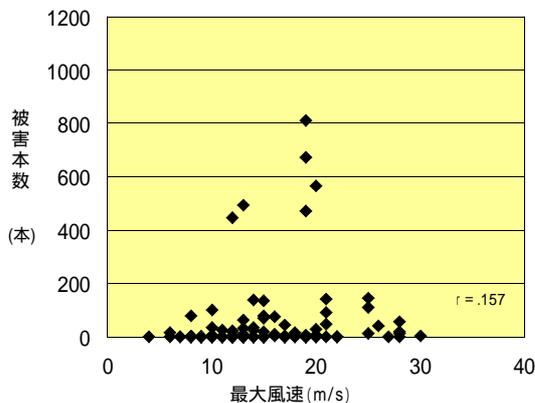


図 - 4 - 2 - 4 被害本数と最大風速の関係

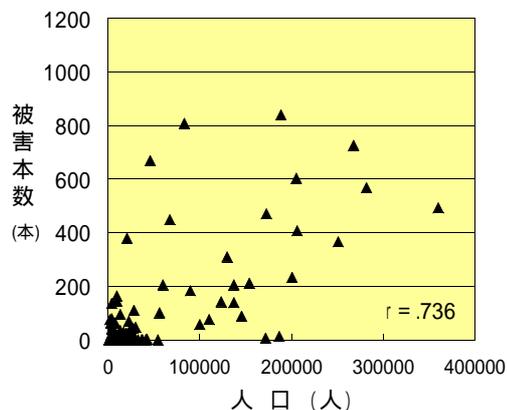


図 - 4 - 2 - 5 被害本数と人口の関係

#### 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

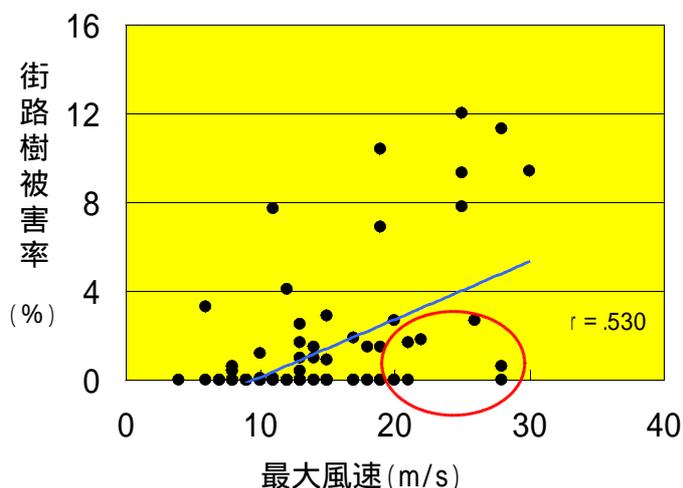


図 - 4 - 2 - 6 街路樹被害発生率と最大風速の関係

- 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。

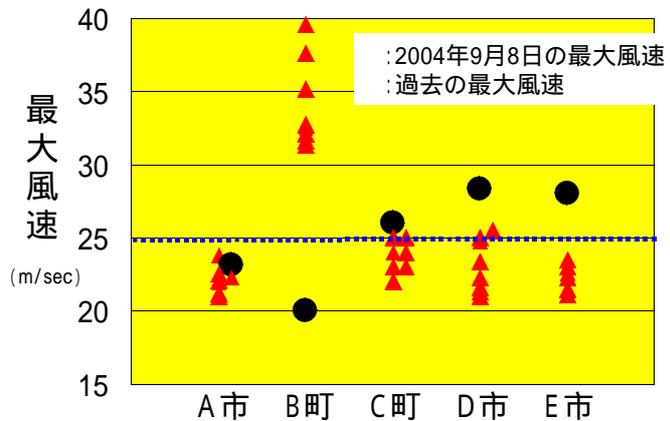


図 - 4 - 2 - 7 最大風速が大きくて被害率の低かった市町村における過去の最大風速

(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。

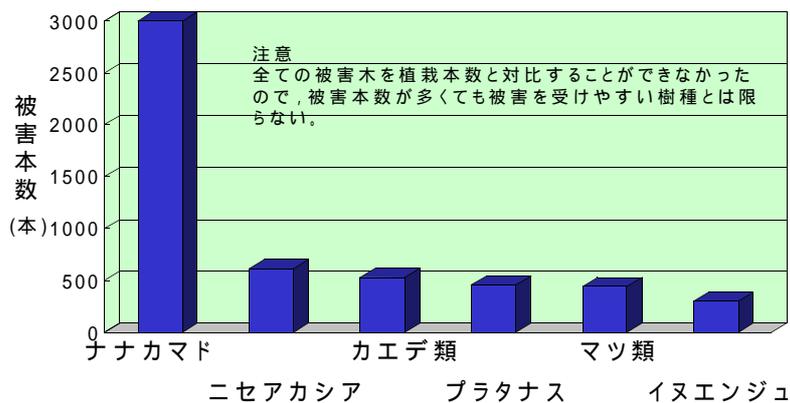


図 - 4 - 2 - 8 街路樹の樹種別被害本数

## 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。

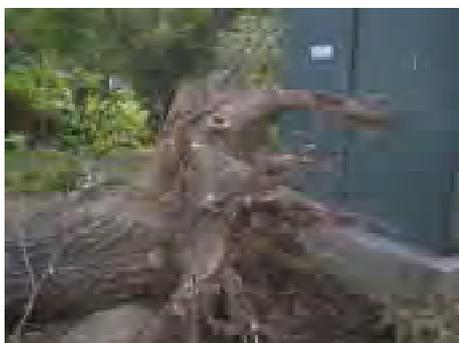


写真 - 4 - 2 - 1 根返り



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。

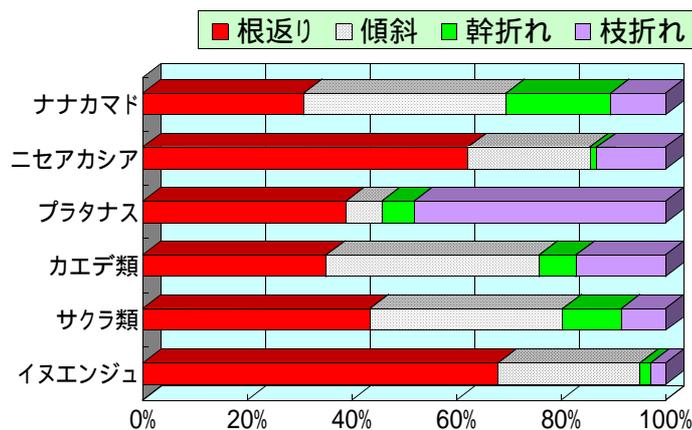


図 - 4 - 2 - 9 被害本数の多かった樹種の被害形態



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。

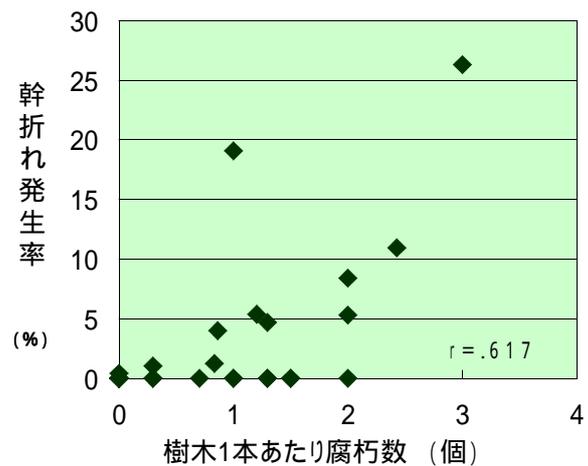


図 - 4 - 2 - 10 幹折れ発生率と腐朽数との関係

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。

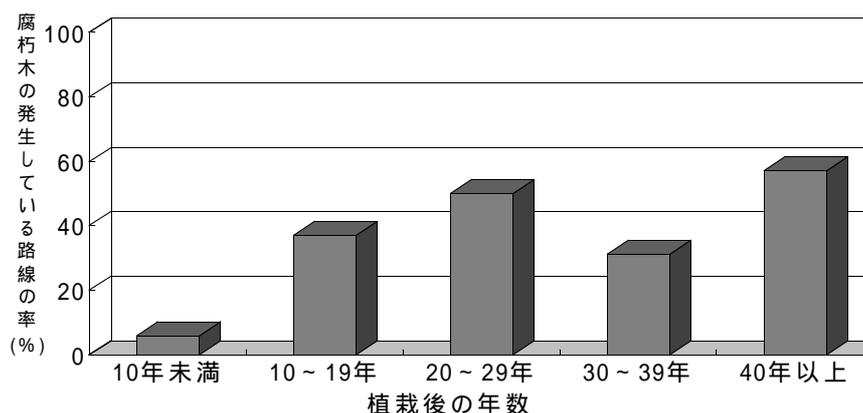


図 - 4 - 2 - 1 1 植栽経過年数別にみた腐朽木の発生して路線の割合

### 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。

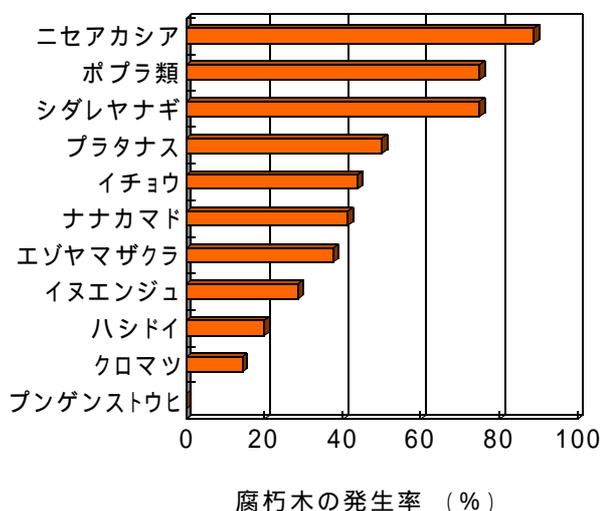


図 - 4 - 2 - 1 2 樹種別にみた腐朽木の発生率

### (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

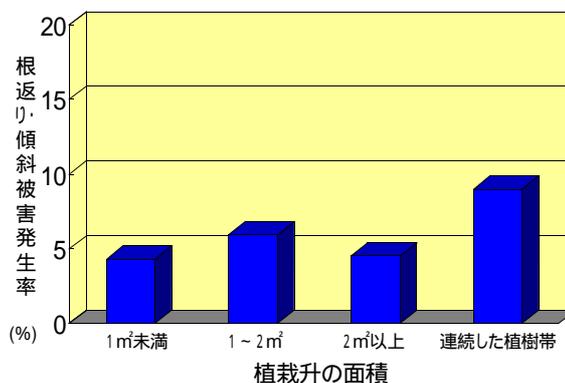


図 - 4 - 2 - 13 植栽升の面積と根返り、傾斜被害発生率の関係

### 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。

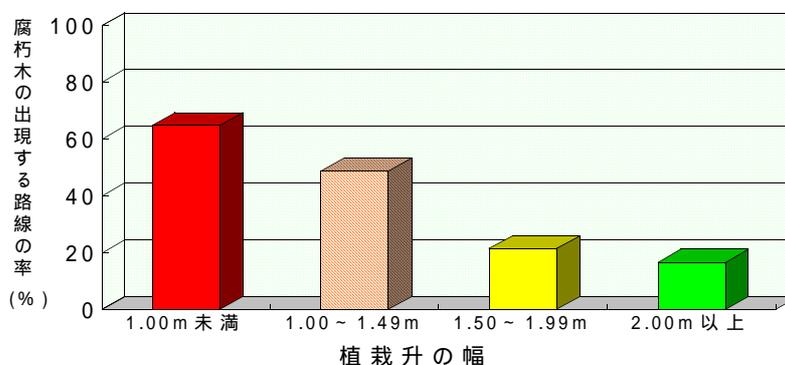


図 - 4 - 2 - 14 植栽升の幅と腐朽木の出現する路線率の関係

### (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。

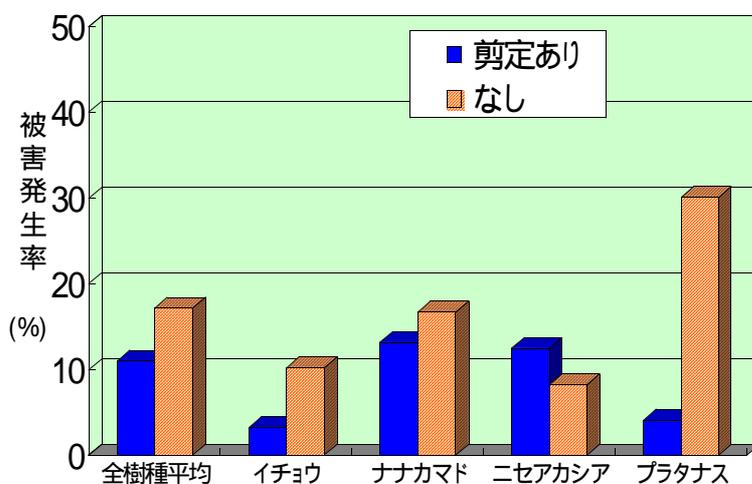


図 - 4 - 2 - 15 剪定の有無別に見た各樹種の被害発生率



写真 - 4 - 2 - 1 0 剪定後の枝伸長量が少ないナナカマド

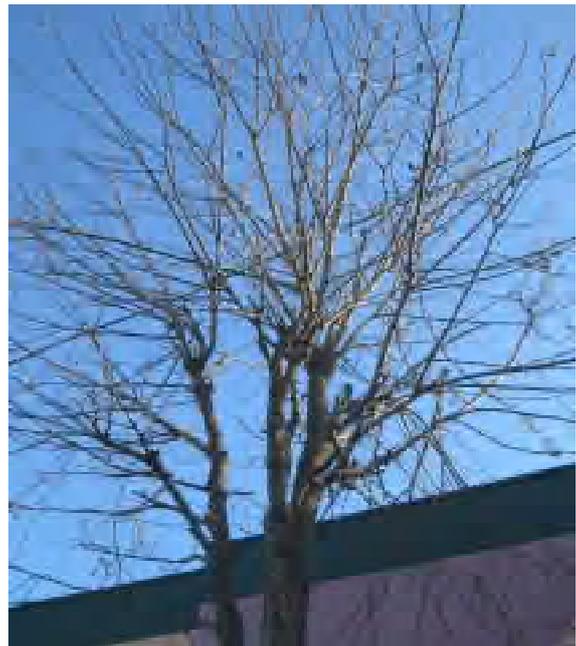


写真 - 4 - 2 - 1 2 剪定翌年に長い枝が勢よく伸び、元の樹形にすぐ戻ったニセアカシア



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