

第I章 台風被害の発生要因

～どのようにして樹木被害が発生するのかを理解する～

都市緑化樹木が台風の強風等により受ける被害形態は、大きく分類すると、「倒木」、「傾木」、「幹折れ」、「枝折れ」である。この被害の発生要因としては、①一定の規模を超えた台風、②立地条件に合わない樹種選定、③植栽基盤の整備不良、④植栽施工の不良、⑤維持管理の不良があげられ、都市緑化を行う際には、これらの発生要因を十分に理解しておくことが重要である。

1. 台風による都市緑化樹木の被害形態

公園や道路に植栽された都市緑化樹木が台風の強風等により被害を発生させる形態としては、大きく分類すると、①倒木、②傾木、③幹折れ、④枝折れに分類される（図-I.1）。

「倒木」は、強風により樹体が揺さぶられることにより、樹木の根系が切断したり、根系基盤（根系と根域の土壌）が円弧すべりを起こして完全に持ち上がってしまうことなどにより、樹体が完全に倒伏してしまうものである。

「傾木」は、強風により樹体が揺さぶられることにより、根系基盤（根系と根域の土壌）が円弧すべりを起こすものの多少浮き上がる程度でとどまり、倒木には至らないものである。原因は倒木と同様であるが、その被害程度が軽いものである。

「幹折れ」は、強風により樹体が揺さぶられたり、ねじれたりすることにより、樹幹が折れるものである。樹幹に木材腐朽病が進行した大きな腐朽部や大きな傷害があると発生しやすくなる。

「枝折れ」は、強風により枝葉が揺さぶられることにより枝が折れるものである。枝葉が過密に繁茂していたり、不良な剪定により枝葉のバランスを崩すと発生しやすくなる。



<倒木>



<傾木>



<幹折れ>



<枝折れ>

図-I.1 台風被害の発生形態とその要因

2. 台風被害の発生要因

2.1 一定の規模を超えた台風

樹木は、通常の風雨では折れたり倒れたりしないように、肥大成長により幹や枝を強化させるとともに地中に根系をしっかりと張り、樹体を支えている。しかし、一定の規模を超えた台風においては、樹木が有している木材強度や根系による支持強度では耐えられない状況に陥る。

公園及び道路における都市緑化樹木の台風被害の実態調査では、台風時の風の強さが被害の大きさに最も影響していた。具体的には、最大風速で約 22m/s 以上、最大瞬間風速で約 40m/s 以上となった場合に、急速に被害本数が増加していた（図 - I .2）。これは、風速が速くなることにより、樹冠が受ける風圧が高まることが原因と考えられる。また、道路においては、降雨量が多くなると被害本数が増加する可能性が高いことが確認された（図 - I .3）。これは、街路樹が植栽されている植柵や植樹帯の土壌が大量の雨水を含むことにより、植栽基盤の含水率が非常に高くなって土壌が緩む（土壌粒子間の摩擦力が低下）ことが原因と考えられる（写真 - I .1）。

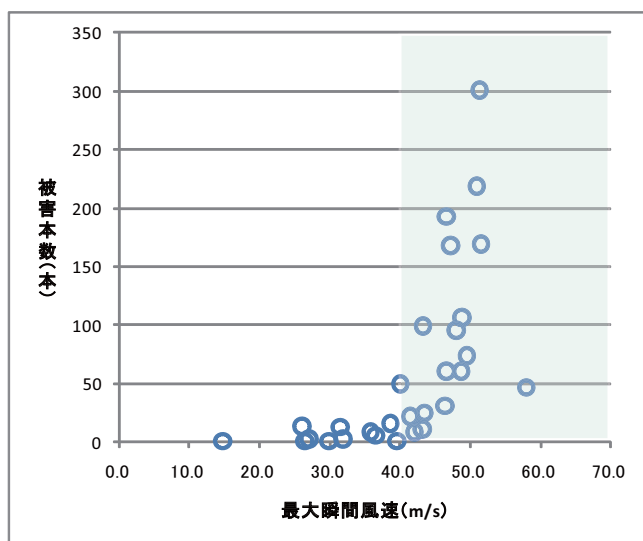
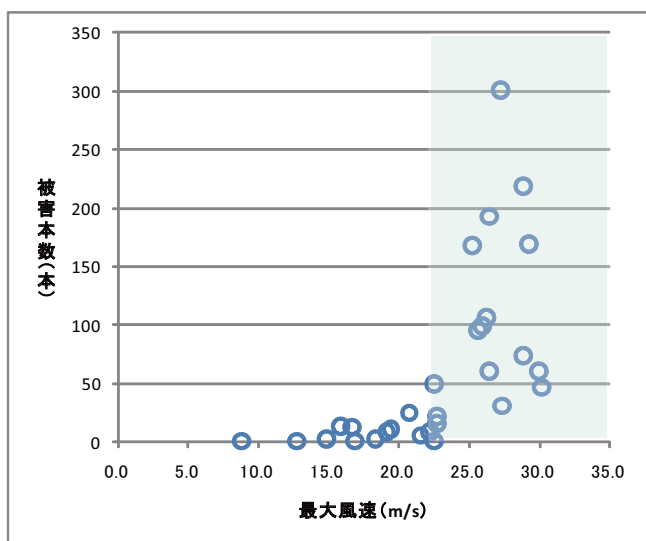


図 - I .2 風の強さと被害本数の関係（左：最大風速、右：最大瞬間風速）

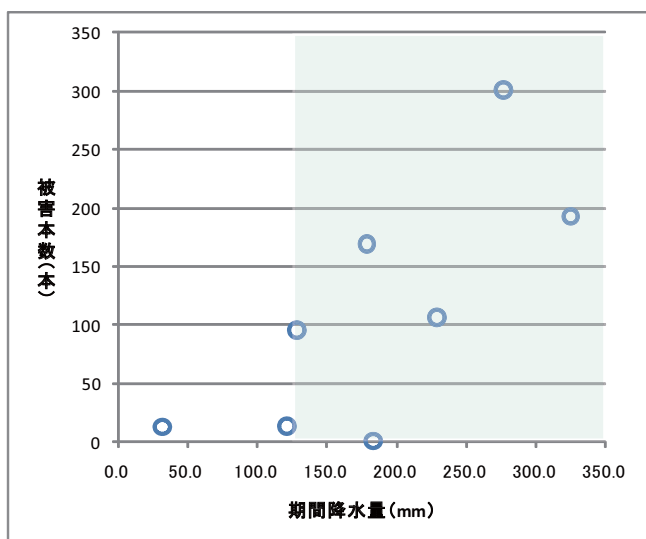


図 - I .3 期間降水量と被害本数の関係（街路樹）



写真 - I .1 雨水を含んで緩んだ土壌

2.2 立地条件に合わない樹種選定

樹木の地上部は、ヤシ類のように枝を持たない幹からなるものや、コバノナンヨウスギのような樹体を上方へ細長く伸長させるもの、コバテイシのように太い枝を水平方向に張りだして扁平した傘形の樹冠を形成するものなど、陽光を求めて樹種毎に多様な特性を有しながら立地環境に適応している。このような地上部の形状に合わせて、樹木の根系はこの樹体を支えるために土壤中に特有の形態で発達させている。

そのため、地上部、地下部ともに良好な伸長成長、肥大成長をしている樹木については、通常の風速では倒伏することはないと考えられる。

樹種特性格では、枝葉をあまり広げずにコンパクトな樹冠を形成し、根系を深くかつ広く土壤中に伸長させる形態を有する樹種は、倒伏を起こしにくいと考えられる。一方で、枝葉を大きく広げた樹冠を形成し、広がる水平根あるいは深くまで伸長する垂下根のどちらかに偏って発達する樹種は、前者に比較して倒伏しやすいと考えられる（図 - I .4）。また、枝葉の伸長が速い樹種等については、枝折れの被害を受けやすくなると考えられる（写真 - I .2）。



写真 - I .2 枝折れ被害を受けやすい樹種（左：ヨウテイボク、右：インドゴムノキ）

そのため、植栽設計においては、植栽地の基盤条件や気象条件に応じた樹種を適切に選定することが重要である。例えば、下層にある岩盤等で薄層でしか植栽基盤が整備できない条件の場所に、深根型の樹種を植栽木として選定することや、逆に、植栽地の近隣に構造物等があって深い有効土層は確保できるものの広い範囲での植栽基盤が整備できない場合に浅根型の樹種選定をしてしまうことは、倒木等の発生要因となる（図 - I .5）。特に、植栽地の環境が風圧を受けやすい立地である場合には、大きな要因となる。

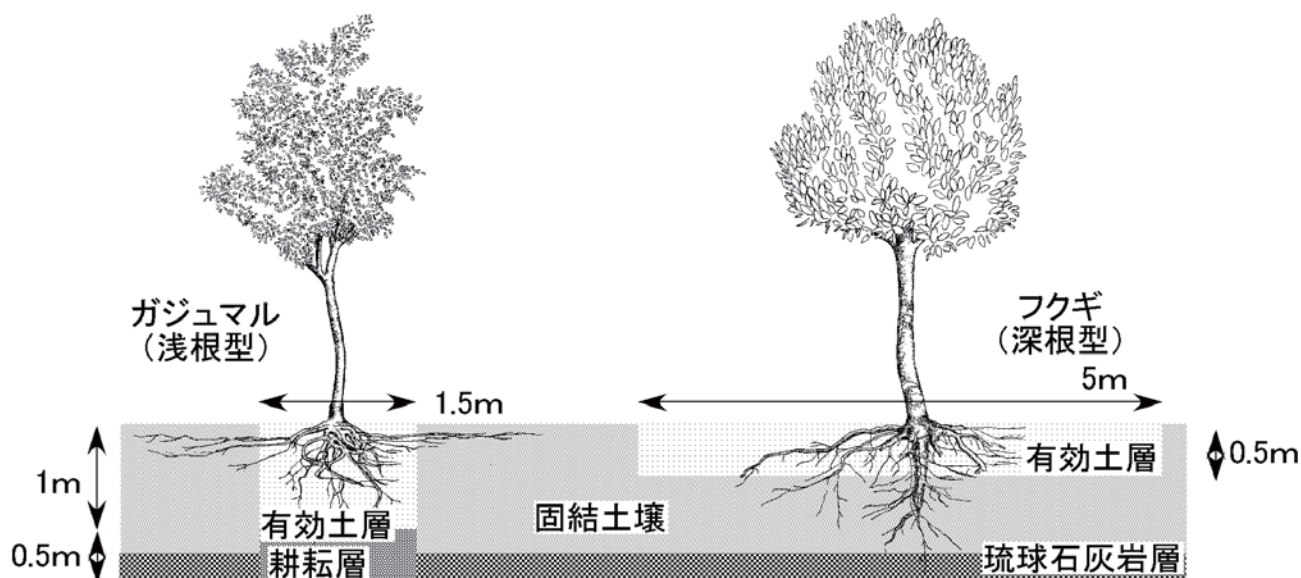


図 - I .5 植栽環境と不適合の樹種選定例

2.3 植栽基盤の整備不良

樹体を支える根系が伸長できる植栽基盤は、樹木特性に合わせて十分な範囲で土壌の物理性と化学性において整備されている必要がある。植栽基盤の整備が不良で、植栽される樹木にとって十分な空間となっていない場合や硬く透水性の悪い土壌で貧栄養のまま造成されている場合には（写真 - I .3、I .4）、根系伸長が不十分となり樹体を支えることができず、強風時に倒伏する要因となる。特に街路樹の場合には、植栽基盤が植栽柵や植樹帯形状で構成されることから根系伸長が規制されるため、倒伏につながりやすいと考えられる（写真 - I .5）。



写真 - I .3 土壌が硬い植栽基盤における根系伸長不良（モンパノキ）



写真 - I .4 土壌透水性が不良の植栽基盤（ガジユマル）



写真 - I .5 植栽基盤の整備不良による倒木（左：コバテイシ、右：フクギ・街路樹）

2. 4 植栽施工の不良

樹木植栽においては、根系が切断された苗木を使用することになるが、強風等を受けやすい立地条件の植栽地に発根性の悪い樹種や太根が切断されている成木苗木を移植することは、倒木等の発生に繋がる要因となる（写真 - I .6）。

また、植栽樹木に対する支柱は、樹木が活着するまでの唯一の支持体であるため、固定が不十分であると容易に倒木することになる（写真 - I .7）。



写真 - I .6 切断された垂下根の回復不良(フクギ)



写真 - I .7 支柱の固定不良による倒木(フクギ)

2.5 維持管理の不良

倒木や幹折れは、根系や樹幹における木材腐朽によって木材が脆弱化あるいは空洞化して木材強度を失うことにより発生することが多い（写真-I.8）。木材腐朽は、樹木の日常点検により外観から発見することが可能であり、さらに、その対策を施すことで台風時の倒木や幹折れを減少させることができる。

また、樹木を支えるために設置される支柱が、樹木が成長して大きくなっても小さな規格のままであることや結束材が切れていたり支柱材が腐朽しているまま放置され、樹体を支持できずに倒木していることも確認されている（写真-I.9）。

以上のことから、樹木の日常点検を適切に実施していないこと、日常点検で発見された問題を解消する維持管理が適切に実施されていない場合には、台風被害の発生要因に繋がると考えられる。



（樹幹の腐朽による幹折れ・アメリカデイゴ）



（根系の腐朽による倒木・インドゴムノキ）



（草刈り時の傷害が原因で腐朽したことによる倒木・ヤエヤマヤシ）

写真-I.8 樹木の腐朽による倒木



(結束材が外れたことによる倒木・コバテイシ)



(支柱材の腐朽による倒木・オオハマボウ)



(支柱の固定不良による倒木・ヨウテイボク)



(結束不良による幹の損傷・ブラシノキ)

写真 - I .9 支柱の管理不良による倒木等