

第2編
台風被害対策に関する調査報告書

第1章 台風被害の実態と被害要因

沖縄県内の都市緑化は、1972年の復帰後から、公園や道路を中心に急速に充実してきた。特に高木類は、亜熱帯性の温暖な気候のもと、多くの在来種や海外の熱帯や亜熱帯地域から導入された樹種が植栽されている。これらの樹種は、緑陰、防潮、防風などの機能を発揮するほか沖縄の特色、郷土色を構成する重要な要素となっている。

しかし、樹木の生育にとって毎年襲来する台風は大きな生育阻害要因となっており、必ずしも、これらの樹種が順調に育ち、その機能を十分に果たしているとはいえない状況にある。近年では平成14年度に宮古島に襲来した猛烈な台風14号が大径木をも倒木させ、樹木への被害のみならず、生活環境にも大きな被害をもたらしている。こうしたことから、台風時における樹木の被害機構の解明とその対応策の確立が望まれている。

本章においては、公園と道路に植栽されている緑化樹木を対象とした台風被害の実態から倒木被害の発生要因を明らかにした。

1. 公園における被害実態

沖縄県国頭郡本部町にある国営沖縄記念公園海洋博覧会地区（図-1.1）において、平成8年度～平成19年度までに襲来した台風による被害樹木（図-1.2）について、公園樹木の管理記録から実態を整理するとともに、被害を及ぼした台風の概況についてとりまとめた。

調査項目は、以下のとおりである。

①被害樹木の状況

樹種、樹木形状（樹高、幹周、枝張り）、被害形態（倒木、傾木、幹折れ、枝折れ）、被害本数、支柱の有無等

②台風の概況

気圧、風速、降水量、経路等

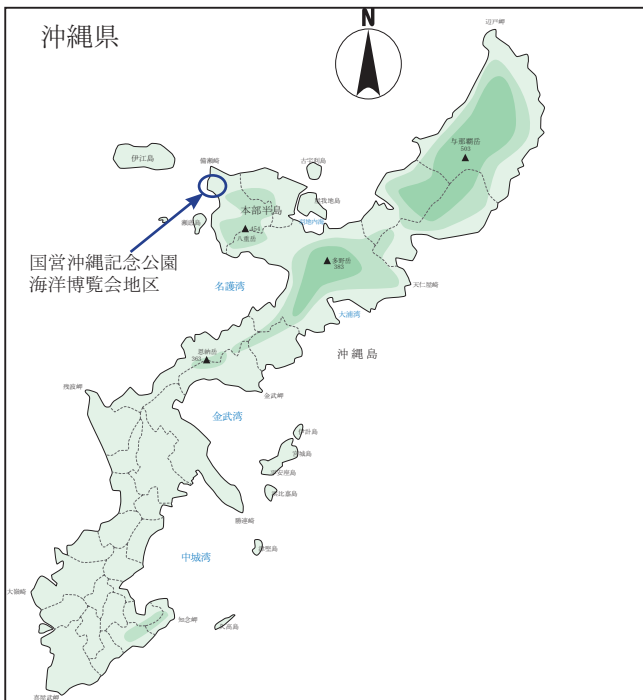


図-1.1 国営沖縄記念公園の位置



図-1.2 台風の被害形態

1.1 台風規模と被害本数

平成8年度から平成19年度までの12年間において、国営沖縄記念公園海洋博覧会地区での樹木被害（倒木、傾木、幹折れ、枝折れ）をもたらした台風の総数は21個で、樹木被害総本数は917本であった（表-1.1）。最も大きな被害をもたらした台風は、平成19年度の台風4号で被害本数219本であった。次いで、平成12年度の台風8号における168本、平成8年度の台風12号における99本の順であった。

表-1.1 平成8～19年度における被害実態

| 年度 | 台風名 | 沖縄通過経路 | 襲来期間 (日数) | 平均現地 気圧(名 護市) hPa | 最大風速 (名護市) m/s | 最大瞬間 風速(名 護市) m/s | 期間降水 量(名護 市) mm | 被害本数 (本) |
|-----|-----|--------|-----------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| H8 | 12号 | 本島横断 | 8/10～8/14 (5) | 970.4 | 25.9 | 43.2 | 201.5 | 99 |
| | 21号 | 本島西側 | 9/27～10/1 (5) | 981.5 | 22.5 | 40.0 | 179.0 | 50 |
| H9 | 8号 | 本島西側 | 6/26～6/27 (2) | 991.6 | 19.4 | 43.1 | 66.7 | 11 |
| | 11号 | 本島西側 | 8/6～8/8 (3) | 992.2 | 22.7 | 41.4 | 286.5 | 22 |
| | 13号 | 本島南海上 | 8/17～8/18 (2) | 971.0 | 20.7 | 43.4 | 256.5 | 25 |
| H11 | 7号 | 本島横断 | 8/1～8/2 (2) | 990.7 | 19.1 | 35.8 | 192.0 | 9 |
| | 18号 | 本島西側 | 9/19～9/24 (6) | 987.8 | 28.8 | 49.5 | 421.5 | 74 |
| H12 | 6号 | 本島東側 | 7/25～8/3 (10) | 991.6 | 12.7 | 26.4 | 424.5 | 1 |
| | 8号 | 本島横断 | 8/5～8/9 (5) | 989.2 | 25.2 | 47.1 | 181.5 | 168 |
| | 14号 | 本島横断 | 9/11～9/13 (3) | 967.4 | 22.2 | 42.0 | 295.0 | 9 |
| H13 | 16号 | 本島横断 | 9/7～9/13 (7) | 995.5 | 21.5 | 36.5 | 196.5 | 6 |
| | 21号 | 本島西側 | 10/13～10/18 (6) | 996.3 | 22.5 | 39.5 | 8.0 | 1 |
| H14 | 5号 | 本島西側 | 7/3～7/4 (2) | 998.1 | 16.8 | 29.8 | 49.5 | 1 |
| | 7号 | 本島西側 | 7/14～7/15 (2) | 988.0 | 27.3 | 46.4 | 147.0 | 31 |
| | 16号 | 本島横断 | 9/3～9/7 (5) | 982.2 | 30.1 | 57.9 | 418.0 | 47 |
| H15 | 10号 | 本島東側 | 8/6～8/8 (3) | 974.3 | 29.9 | 48.7 | 148.5 | 61 |
| | 15号 | 本島東側 | 9/18～9/20 (3) | 993.6 | 18.3 | 31.9 | 105.0 | 3 |
| H16 | 18号 | 本島横断 | 9/4～9/6 (3) | 960.7 | 26.4 | 46.6 | 325.0 | 61 |
| | 21号 | 本島西側 | 9/24～9/28 (5) | 1004.9 | 14.8 | 27.0 | 36.5 | 3 |
| | 23号 | 本島東側 | 10/17～10/20 (4) | 977.1 | 22.7 | 38.6 | 126.5 | 16 |
| H19 | 4号 | 本島西側 | 7/12～7/14 (3) | 973.9 | 28.8 | 50.9 | 236.0 | 219 |
| 合計 | | | | | | | | 917 |

※) 各項目の数値基準

- ・襲来期間：国立情報学研究所北本研究室 (<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>) が公開している沖縄県における台風の襲来期間。
- ・平均現地気圧：気象庁沖縄気象台 (<http://www.jma-net.go.jp/okinawa/>) が公開している気象記録（名護）より襲来期間中の最低値。
- ・最大風速：気象庁沖縄気象台が公開している気象記録（名護）より襲来期間のうち最高値。
- ・最大瞬間風速：気象庁沖縄気象台が公開している気象記録（名護）より襲来期間のうち最高値。
- ・期間降水量：気象庁沖縄気象台が公開している気象記録（名護）より襲来期間の降水量総計値。

台風の規模と被害本数の関係を見ると、最大瞬間風速と最大風速においては風が強くなるほど被害本数が増える傾向にあることが示された（図-1.3、1.4）。具体的には、最大瞬間風速で約40m/s以上、最大風速で約22m/s以上となった場合には、被害本数が50本を超えていることがわかる。

一方、平均現地気圧及び期間降水量では明確な関連性は認められなかった（図-1.5、1.6）。

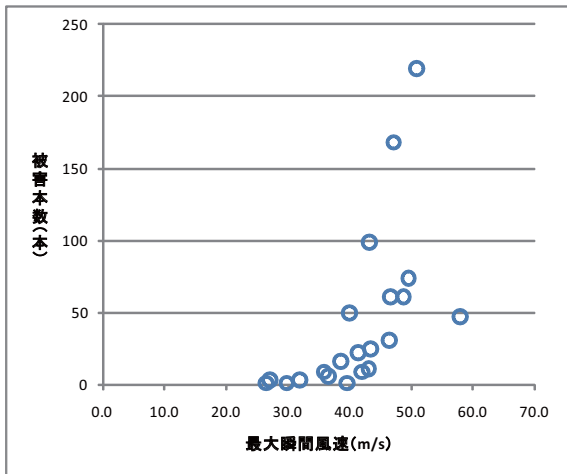


図-1.3 最大瞬間風速と被害本数の関係

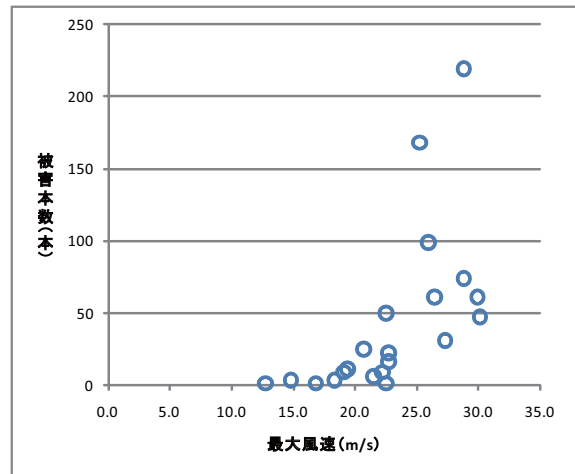


図-1.4 最大風速と被害本数の関係

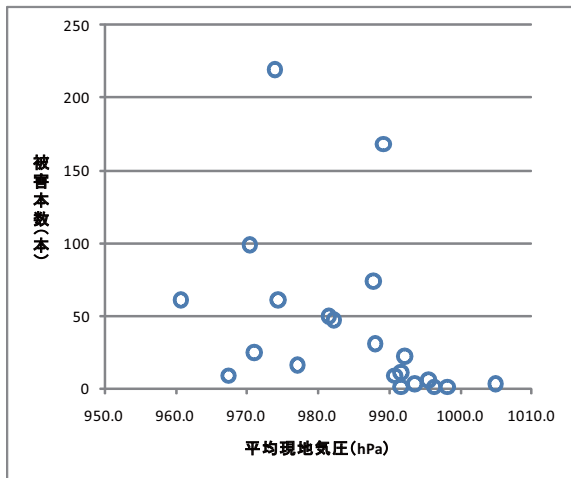


図-1.5 平均現地気圧と被害本数の関係

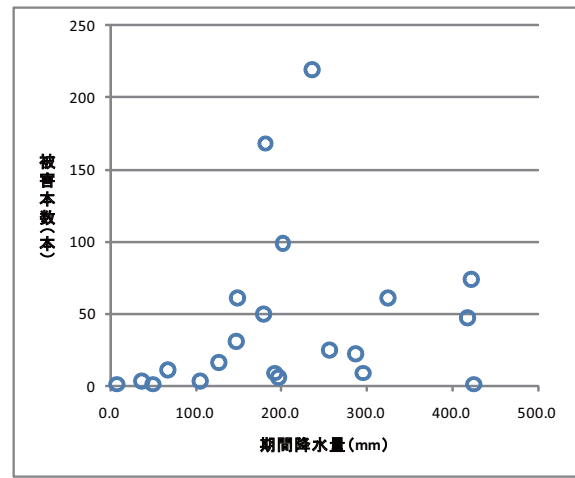


図-1.6 期間降水量と被害本数の関係

1.2 台風経路と被害状況

沖縄本島に襲来して国営沖縄記念公園で樹木被害をもたらした台風経路は、本島横断（7個）、本島西側通過（9個）、本島東側通過（4個）、本島南海上（1個）の4つのパターンに分けられる（図-1.7）。

国営沖縄記念公園は本島北部の西側に位置するため、本島を横断する台風と本島西側を通過する台風は最も接近する。さらに、台風は上空から見て反時計回りに強い風が吹き込んでいるため、進行方向に向かって右の半円側において台風自身の風と台風を移動させる周りの風が同じ方向に吹くため風が強くなる。また、中心（気圧の最も低い所）のごく近傍は「眼」と呼ばれ、比較的風の弱い領域になっているが、その周辺は最も風の強い領域となっている。このことが、本島西側を通過する台風と本島を横断する台風において被害が多く発生する原因と考えられる（図-1.8）。

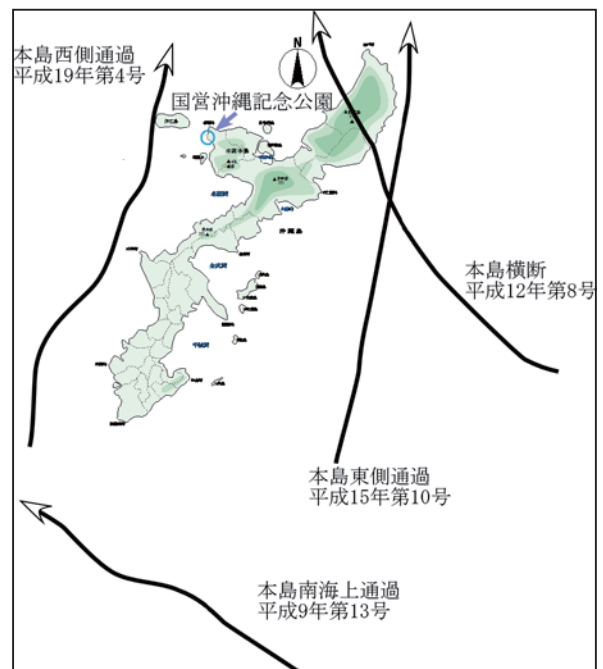


図-1.7 主な沖縄本島周辺での台風経路
(気象庁データを基に作成)

1.3 被害形態別の被害状況

樹木被害の形態では、傾木が336本（37%）と最も多く、次いで倒木の276本（30%）、幹折れの

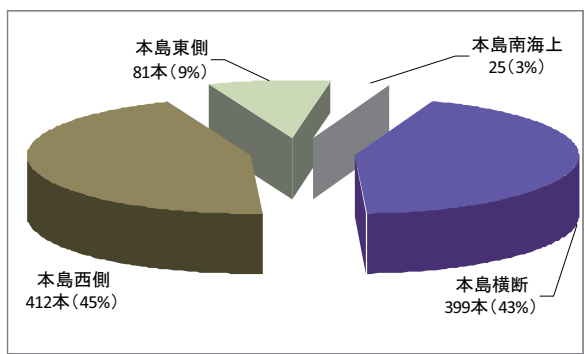


図-1.8 台風経路と被害本数の関係

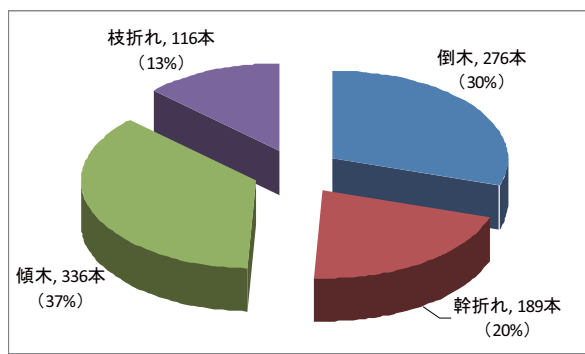


図-1.9 被害形態別の被害本数

189本(20%)、枝折れの116本(13%)の順となった(図-1.9)。

1.4 樹種別の被害状況

樹木被害が最も多かった樹種はフクギの129本(14.1%)であった。次いで、アメリカデイゴの79本(8.6%)、オオハマボウの65本(7.1%)、モクマオウの58本(6.3%)、カンヒザクラの39本(4.3%)の順となった(図-1.10、表-1.2)。

また、植栽本数が100本以上である被害樹種の被害率(被害本数/植栽本数)においては、アメリカデイゴ(41.4%)が最も高く、次いでココヤシ(25.7%)、カンヒザクラ(20.6%)、センダン(13.1%)の順となった(図-1.11)。

これらの被害が多かった樹種について、被害形態別でみると以下のとおりである(図-1.12)。

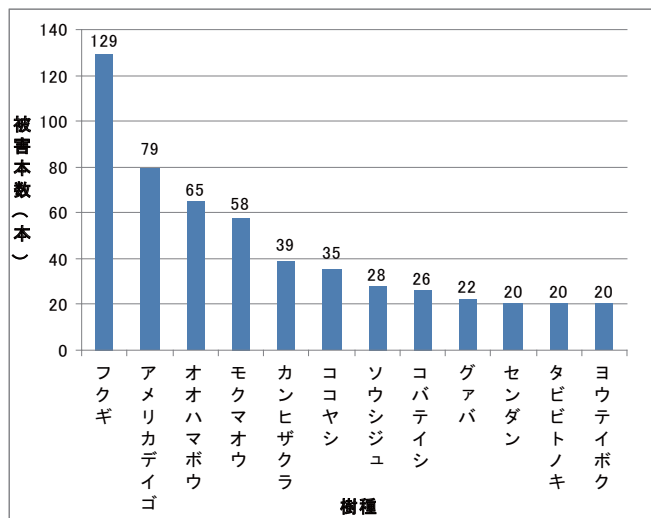


図-1.10 樹種別の被害本数上位12種

- ①倒木が多かった樹種 : カンヒザクラ
- ②傾木が多かった樹種 : フクギ、ココヤシ、コバテイシ、グアバ、ヨウテイボク
- ③幹折れが多かった樹種 : オオハマボウ、モクマオウ、ソウシジュ、センダン
- ④枝折れが多かった樹種 : アメリカデイゴ、タビビトノキ

※) タビビトノキは葉が折れたものであるが、葉の長さが2.5m程度と大きいことから枝折れに含めた。

(植栽本数が100本以上)

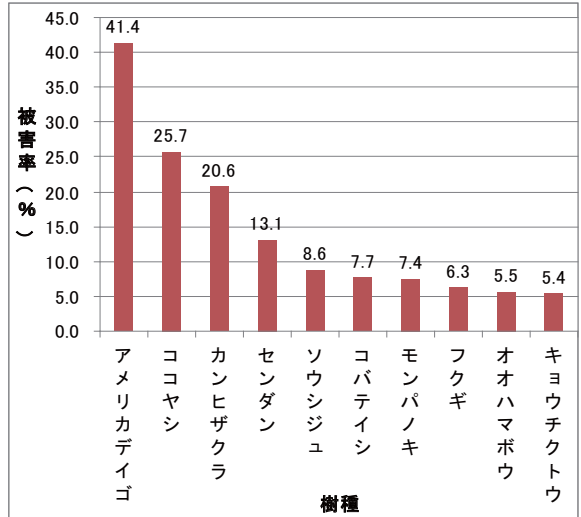


図-1.11 樹種別の被害率上位10種

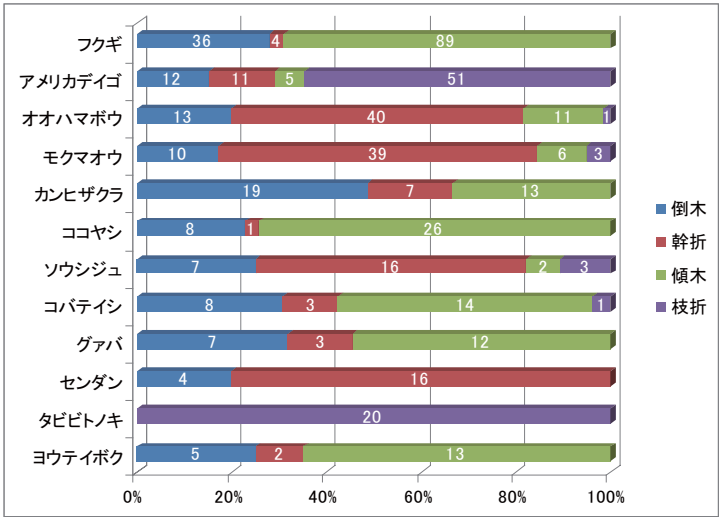


図-1.12 被害本数上位12種の被害形態別の構成比

表 -1.2 樹種別の被害本数

| 順位 | 樹種 | 被害形態 | | | | 被害本数(本) | 植栽本数(本) | 順位 | 樹種 | 被害形態 | | | | 被害本数(本) | 植栽本数(本) |
|----|--------------|------|----|----|----|---------|---------|-----|----------------|------|-----|-----|-----|---------|---------|
| | | 倒木 | 幹折 | 傾木 | 枝折 | | | | | 倒木 | 幹折 | 傾木 | 枝折 | | |
| 1 | フクギ | 36 | 4 | 89 | | 129 | 2,044 | 52 | アカツユ | 1 | | 2 | | 3 | 3 |
| 2 | アメリカデイゴ | 12 | 11 | 5 | 51 | 79 | 191 | 53 | ジリンマメ | 1 | 1 | 1 | | 3 | 3 |
| 3 | オオハマボウ | 13 | 40 | 11 | 1 | 65 | 1,180 | 54 | タイワンモクゲンジ | | | 1 | 1 | 3 | 21 |
| 4 | モクマオウ | 10 | 39 | 6 | 3 | 58 | 1,835 | 55 | ディプシス | 3 | | | | 3 | 3 |
| 5 | カンヒザクラ | 19 | 7 | 13 | | 39 | 189 | 56 | フィッカスプラティボーダ | 2 | | 1 | | 3 | 3 |
| 6 | ココヤシ | 8 | 1 | 26 | | 35 | 136 | 57 | ブーゲンビレア | 2 | | 1 | | 3 | 1,606 |
| 7 | ソウシジュ | 7 | 16 | 2 | 3 | 28 | 324 | 58 | マルバブラシノキ | | 3 | | | 3 | 31 |
| 8 | コバテイシ | 8 | 3 | 14 | 1 | 26 | 337 | 59 | アボカド | | | 2 | | 2 | 2 |
| 9 | グアバ | 7 | 3 | 12 | | 22 | 22 | 60 | オオバナソシンカ | | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| 10 | センダン | 4 | 16 | | | 20 | 153 | 61 | オリーブ | 2 | | | | 2 | 4 |
| 11 | タビビトノキ | | | | 20 | 20 | 79 | 62 | キバナキョウチクトウ | 1 | | 1 | | 2 | 20 |
| 12 | ヨウテイボク | 5 | 2 | 13 | | 20 | 26 | 63 | クロヨナ | 1 | | 1 | | 2 | 218 |
| 13 | リュウキュウマツ | 2 | 5 | 12 | | 19 | 1,868 | 64 | コガネノウゼン | | | 2 | | 2 | 9 |
| 14 | インドゴムノキ | 8 | | 2 | 7 | 17 | 90 | 65 | シマサルスベリ | 1 | | 1 | | 2 | 5 |
| 15 | タマリンド | 4 | 1 | 8 | | 13 | 24 | 66 | セイタカフトモモ | | | | 2 | 2 | 6 |
| 16 | キバナタイワンレンギョウ | 2 | | 10 | | 12 | 1,139 | 67 | タイワンフウ | 1 | | | 1 | 2 | 20 |
| 17 | ブソウゲ | 3 | | 8 | 1 | 12 | 5,055 | 68 | テイキンザクラ | 2 | | | | 2 | 11 |
| 18 | モンパノキ | 10 | | 2 | | 12 | 163 | 69 | トベラ | 2 | | | | 2 | 2 |
| 19 | オオバナサルスベリ | | 1 | 10 | | 11 | 46 | 70 | バオバブ | 1 | | 1 | | 2 | 7 |
| 20 | ビルマネム | 6 | 4 | 1 | | 11 | 11 | 71 | ハスノハギリ | 1 | | 1 | | 2 | 112 |
| 21 | ビロウ | | | | 11 | 11 | 402 | 72 | フィッカストライアングラリス | 1 | | 1 | | 2 | 2 |
| 22 | オキナワキョウチクトウ | 2 | 5 | 3 | | 10 | 52 | 73 | フトモモ | | | 2 | | 2 | 2 |
| 23 | デイゴ | 8 | 1 | | | 9 | 234 | 74 | ポインセチア | | | 2 | | 2 | 2 |
| 24 | ピンクテコマ | 2 | | 7 | | 9 | 11 | 75 | ホウオウボク | 2 | | | | 2 | 96 |
| 25 | ミドリサング | 2 | 4 | 2 | | 8 | 46 | 76 | ローソクノキ | 1 | | 1 | | 2 | 3 |
| 26 | アコウ | 4 | 1 | 2 | | 7 | 315 | 77 | アカテツ | 1 | | | | 1 | 10 |
| 27 | アダン | 3 | 1 | 3 | | 7 | 660 | 78 | アブラギリ | | 1 | | | 1 | 1 |
| 28 | トックリキワタ | 2 | 5 | | | 7 | 38 | 79 | オオバイヌビワ | 1 | | | | 1 | 14 |
| 29 | ピンポンノキ | 3 | | 4 | | 7 | 7 | 80 | オオバギ | | | 1 | | 1 | 22 |
| 30 | ベンジャミン | | | 6 | 1 | 7 | 50 | 81 | カイエンナツト | 1 | | | | 1 | 4 |
| 31 | アレカヤシ | 5 | | | 1 | 6 | 383 | 82 | カニステル | | | 1 | | 1 | 7 |
| 32 | イペー | 4 | | 2 | | 6 | 13 | 83 | カリオタ | 1 | | | | 1 | 1 |
| 33 | ガジュマル | 4 | | | 2 | 6 | 632 | 84 | ガルシニア | 1 | | | | 1 | 1 |
| 34 | キワタノキ | 1 | | 5 | | 6 | 17 | 85 | ゴールドツリー | 1 | | | | 1 | 3 |
| 35 | コバノナンヨウスギ | 3 | 3 | | | 6 | 54 | 86 | サルスベリ | 1 | | | | 1 | 9 |
| 36 | ブルメリア | 4 | 2 | | | 6 | 51 | 87 | ジャカラランダ | 1 | | | | 1 | 3 |
| 37 | ベンガルボダイジュ | 3 | | | 3 | 6 | 6 | 88 | シンノウヤシ | | 1 | | | 1 | 88 |
| 38 | アカギ | 1 | 1 | 3 | | 5 | 239 | 89 | タイヘイヨウグルミ | 1 | | | | 1 | 2 |
| 39 | オオゴンジュ | 2 | | 3 | | 5 | 5 | 90 | タケ | | | | 1 | 1 | 12 |
| 40 | キョウチクトウ | | | 3 | 2 | 5 | 93 | 91 | チュウゴクデイゴ | 1 | | | | 1 | 1 |
| 41 | ブラジリアンローズ | 3 | 2 | | | 5 | 6 | 92 | ティプアナティブ | | | 1 | | 1 | 1 |
| 42 | マストツリ | 1 | | 4 | | 5 | 5 | 93 | トックリヤシモドキ | | | | 1 | 1 | 21 |
| 43 | モクセンナ | 2 | 3 | | | 5 | 5 | 94 | ナツメヤシ | | | | 1 | 1 | 15 |
| 44 | イスノキ | 3 | | 1 | | 4 | 202 | 95 | ナンバンサイカチ | 1 | | | | 1 | 1 |
| 45 | オガサワラタコノキ | | 3 | 1 | | 4 | 155 | 96 | ハマイスビワ | | 1 | | | 1 | 630 |
| 46 | カユプテ | 1 | | 3 | | 4 | 6 | 97 | ハマベブドウ | | | 1 | | 1 | 10 |
| 47 | クルシア | 3 | | 1 | | 4 | 6 | 98 | ヘリコニア | | | | 1 | 1 | 8 |
| 48 | ソーセイジノキ | 3 | | 1 | | 4 | 6 | 99 | ホソバムクイヌビワ | | | | 1 | 1 | 1 |
| 49 | ナンヨウザクラ | 1 | | 3 | | 4 | 4 | 100 | ホルトノキ | 1 | | | | 1 | 18 |
| 50 | マドルライラック | 3 | | 1 | | 4 | 7 | 101 | マダガスカルオリーブ | 1 | | | | 1 | 1 |
| 51 | ヤブニッケイ | | | 4 | | 4 | 187 | 102 | マホガニー | 1 | | | | 1 | 4 |
| 合計 | | | | | | | | | | 276 | 189 | 336 | 116 | 917 | 21,890 |

※) タビビトノキ、ビロウ、アレカヤシ、トックリヤシ、ナツメヤシの枝折れは、実際には葉が折れたものであるが、葉の長さが大きいことから枝折れに含めた。

1.5 樹木規格別の被害状況

樹木の幹周別に被害本数をみると、30～59cmが408本(44%)と最も多く、次いで60～89cmの188本(21%)、30cm未満の102本(11%)の順となり、これらで全体の76%を占めた(図-1.13)。

さらに、被害本数が多かった樹種(上位12種)についてみると、幹周別の被害状況は以下のと

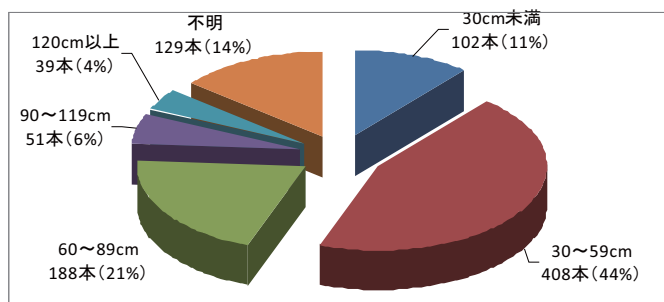


図-1.13 幹周別の被害本数(構成比)

おりである（図-1.14）。

- ① 30cm 未満で被害が多く認められた樹種：フクギ
- ② 30～59cm で被害が多く認められた樹種：フクギ、アメリカデイゴ、モクマオウ、カンヒザクラ、ココヤシ、ソウシジュ、コバテイシ、グアバ、センダン、ヨウテイボク
- ③ 60～89cm で被害が多く認められた樹種：オオハマボウ、ソウシジュ、センダン
- ④ 90cm 以上で被害が認められた樹種：オオハマボウ、ソウシジュ

この結果は、公園内に植栽されている樹種ごとの実際の樹木規格の差違に起因していると考えられる。

また、幹周別の被害形態をみると、30cm 未満、30～59cm では傾木が、60～89cm では倒木と幹折れが、90～119cm、120cm 以上では倒木が多くなっていた（図-1.15）。

さらに、被害本数が多かった樹種（上位5種）についてみると、以下のとおりである（図-1.16）。

- ①フクギ：被害が多かった90cm 未満においては傾木が多かった。
- ②アメリカデイゴ：30～59cm においては枝折れが多く、60cm 以上では倒木と幹折れが多かった。
- ③オオハマボウ：全体的に幹折れが多いが、幹周が大きくなると倒木が少しずつ増えていた。
- ④モクマオウ：30cm 未満では傾木が多いが、30cm 以上になると幹折れが多くなった。
- ⑤カンヒザクラ：30～59cm では倒木、幹折れ、傾木が同程度であるが、60～89cm では倒木が多くなった。

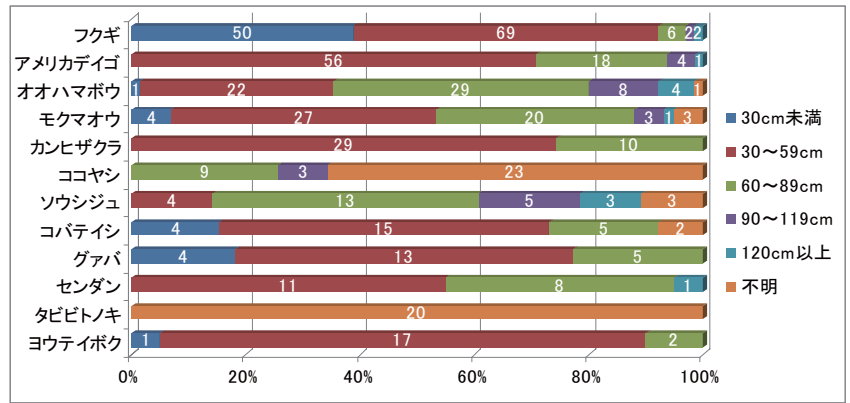


図-1.14 被害本数上位12種の幹周別構成比

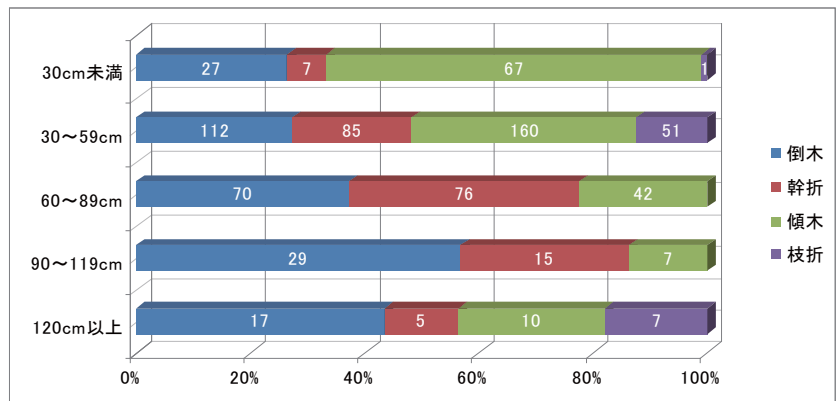


図-1.15 幹周別の被害形態の割合（全樹種）

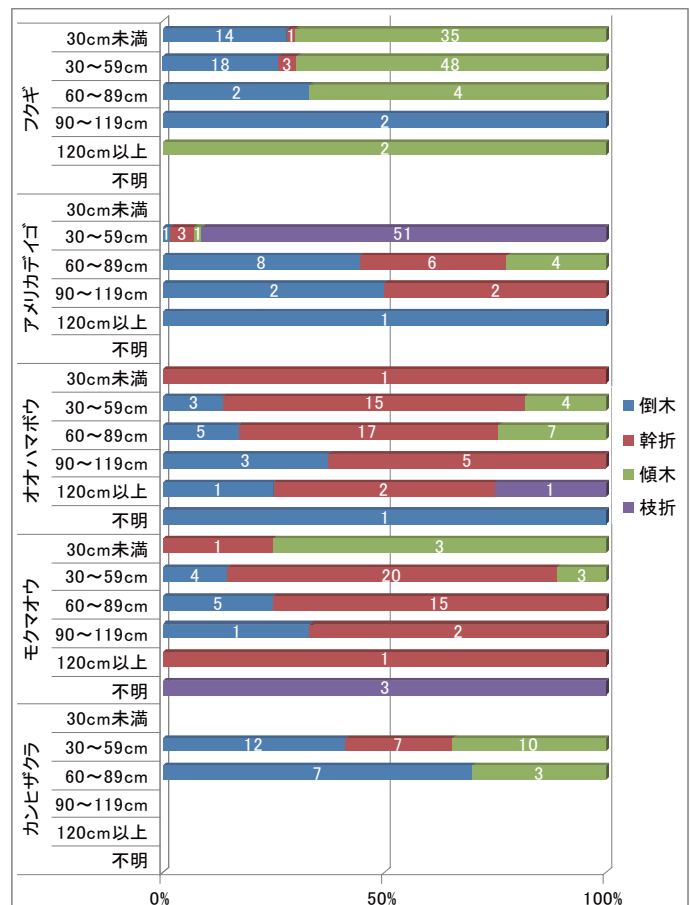


図-1.16 上位5種における幹周別の被害形態

幹周が小さい規格において傾木が多かった要因としては、植栽後の年数が短いことで根が十分に定

着しておらず、樹体の支持力が弱いことによるものであると考えられる。また、幹折れが多かったオオハマボウやモクマオウは成長が速いことで折れやすい特性を有していることが考えられる。

1.6 支柱と被害状況

「支柱の有無」による被害(枝折れを除く)の状況は、不明の284本を除くと「支柱あり」が310本(39%)と多く、「支柱なし」の207本(26%)を上回った(図-1.17)。

また、この517本について幹周別の被害割合をみると、幹周30cm未満では「支柱あり」が最も多いが、幹周が大きくなるにつれて「支柱なし」での被害が増加し、幹周60～89cmで最も多くなる。

さらに、90cm以上になると「支柱なし」での被害が減少していき、120cm以上では両者の被害が同程度となる(図-1.18)。

支柱の有無と被害状況については、被害がなかった樹木に対する支柱の有無のデータを加味していないことから明確にはいえないものの、次のようなことが考えられる。

支柱が設置されていても被害が多く発生している原因としては、支柱が植栽時の仮設としての設置であり台風時の強風に耐えうるほどの強固なものではないことが考えられる。

また、幹周が小さな樹木ほど「支柱あり」での倒木本数が多いことは、「1.5 樹木規格別の被害状況」でも記述したように、植栽後の経過年数が短いことで根が十分に定着しておらず、樹体の支持力が弱いことによるものであると考えられる。

ただし、「支柱の有無」と被害形態別の被害の関係においては、「倒木」の被害で「支柱あり」が「支柱なし」よりも少なくなっているとともに、「傾木」の被害では、「支柱あり」が「支柱なし」よりも多くなっていることから、倒木に対する支柱の効果が認められているとともに、支柱が設置されていることで被害を傾木の段階でとどめる効果があることが推察される(図-1.19)。

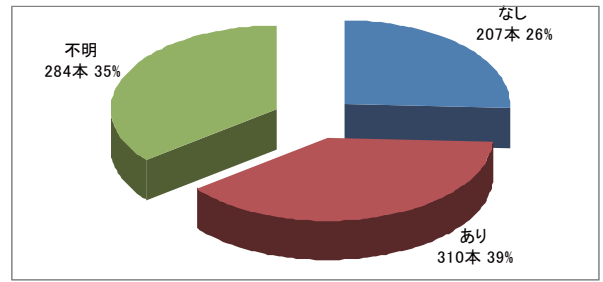


図-1.17 「支柱の有無」による被害割合

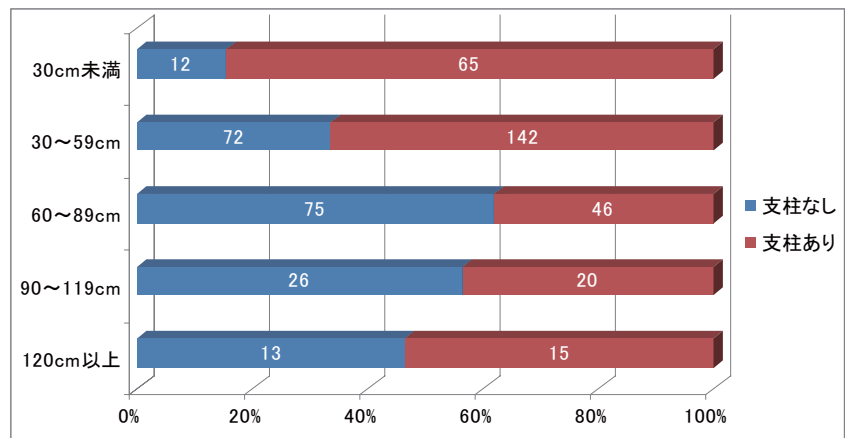


図-1.18 幹周別の「支柱の有無」による被害割合

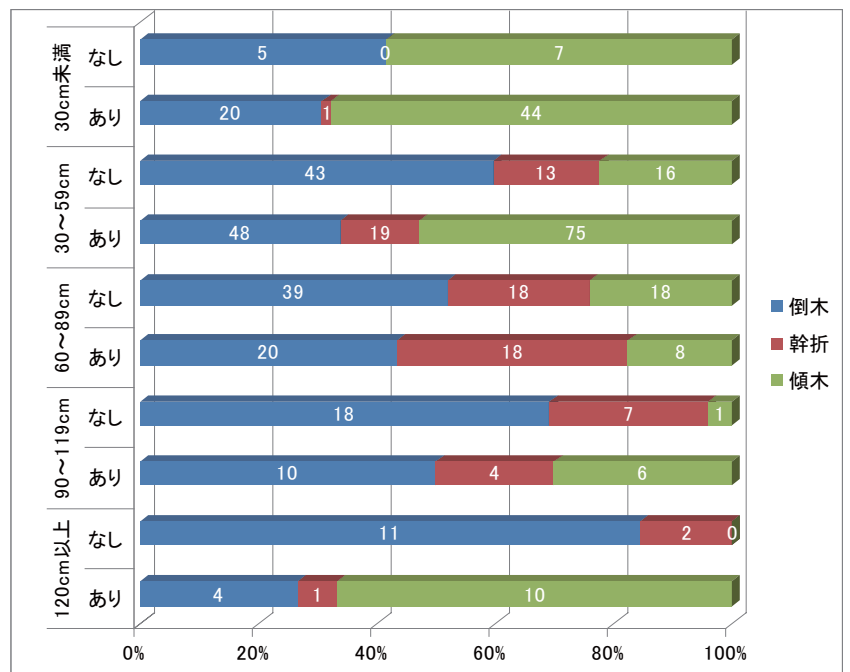


図-1.19 幹周別の「支柱の有無」による被害形態内訳

1.7 まとめ

平成8年度から平成19年度までの12年間において、国営沖縄記念公園海洋博覧会地区での台風による樹木被害をもたらした総数は21個であり、樹木被害の総本数は917本であった。このなかでも最も被害の大きかった台風は、平成19年度の台風4号で被害本数219本であった。

台風の規模と被害本数の関係を見ると、風が強くなるほど被害本数が増える傾向にあることが示され、被害本数が50本を超えるのは、最大風速で約22m/s以上、最大瞬間風速で約40m/s以上となった場合であった。

台風経路別にみると、本島西側通過、本島横断において、この地区へ与える台風規模（風速）の影響が大きくなることから、被害も大きくなっていった。

被害が多かった樹種としては、フクギ（129本）、アメリカデイゴ（79本）、オオハマボウ（65本）、モクマオウ（58本）、カンヒザクラ（39本）であった。また、被害率（被害本数／植栽本数）にすると、アメリカデイゴ（41.5%）、ココヤシ（25.7%）、カンヒザクラ（20.6%）、センダン（13.1%）が高かった。

被害形態別にみると、倒木が多かった樹種としてカンヒザクラ、傾木が多かった樹種としてフクギ、ココヤシ、コバテイシ、グアバ、ヨウテイボク、幹折れが多かった樹種としてオオハマボウ、モクマオウ、ソウシジュ、センダン、枝折れが多かった樹種としてアメリカデイゴ、タビビトノキ（実際には葉折れ）があげられた。

幹周別に被害本数を見ると、30～59cmが408本（44%）と最も多く、次いで60～89cmの188本（21%）、30cm未満の102本（11%）の順となり、これらで全体の76%を占めたが、これは公園内に植栽されている樹木の規格が被害の多かった樹種で本数が多いことに関連していると推察された。

また、幹周別の被害形態を見ると、30cm未満及び30～59cmでは傾木が、60～89cmでは倒木と幹折れが、90～119cm及び120cm以上では倒木が多くなっていった。

「支柱の有無」による被害（枝折れを除く）の割合は、不明の284本を除くと「支柱あり」が310本（39%）と多く、「支柱なし」の207本（26%）を上回った。ただし、「支柱の有無」と被害形態別の被害の関係においては、「倒木」の被害が「支柱あり」が「支柱なし」よりも少なくなっているとともに、「傾木」の被害では「支柱あり」が「支柱なし」よりも多くなっていることから、倒木に対する支柱の効果が認められるとともに、支柱が設置されていることで被害を傾木の段階でとどめる効果があることが考えられる。

以上のことから、国営沖縄記念公園海洋博覧会地区においては、本島西側を通過あるいは本島を横断する、最大風速で約22m/s以上、最大瞬間風速で約40m/s以上の規模の台風が襲来することにより、樹木被害が多く発生することがわかった。被害が多かった樹種としては、フクギ、アメリカデイゴ、オオハマボウ、モクマオウ、カンヒザクラ等であり台風時には注意が必要であるといえる。しかし、公園内に植栽されている本数や樹木の規格（植栽後の経過年数）、支柱の有無等によっても被害の規模や形態が異なるといえる。

2. 道路における被害実態

沖縄県内の国道、県道に植栽されている街路樹を対象として、平成16年度における台風被害状況について道路管理者に対するアンケート調査を行った。

調査地域は、本島北部地域（国頭村～恩納村、うるま市）、本島南部地域（読谷村、沖縄市～糸満市）、八重山地域（石垣島）、宮古地域（宮古島）に分類し（図-1.20）、それぞれの気象状況として名護市、那覇市、石垣島、宮古島の観測データを用いた。

調査項目は、以下のとおりである。

①被害樹木の状況

樹種、樹木形状（樹高、幹周、枝張り）、被害形態（倒木、傾木、幹折れ、枝折れ）、被害本数、支柱の有無等

②台風の概況

気圧、風速、降水量、経路等

③道路構造等

植栽地形状（植樹帯、植樹柵、中央分離帯）、植栽地幅員、交通障害の有無等

2.1 台風規模と被害本数

平成16年度に街路樹被害（倒木、傾木、幹折れ、枝折れ）をもたらした台風の総数は8個であり、その被害総本数は894本であった（表-1.3）。



図-1.20 調査地域（沖縄総合事務局南部国道事務所 HP の管内図より作成）

表-1.3 平成16年度における台風別の街路樹被害本数

| 台風名 | 沖縄通過経路 | 襲来期間 (日数) | 平均現地 気圧(hPa) | 最大風速 (m/s) | 最大瞬間 風速(m/s) | 期間降水 量(mm) | 被害本数 (本) | 備考 (観測地) |
|-----|--------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|
| 4号 | 本島西側 | 6/8～6/10(3) | 1002.6 | 29.2 | 51.5 | 178.5 | 169 | 宮古島 |
| 6号 | 本島東側 | 6/19～6/20(2) | 988.8 | 16.6 | 31.5 | 32.0 | 13 | 名護市 |
| 13号 | 本島南海上 | 8/10～8/12(3) | 974.6 | 26.2 | 48.8 | 229.0 | 107 | 宮古島 |
| 17号 | 本島南海上 | 8/23～8/24(2) | 981.1 | 27.2 | 51.3 | 276.5 | 301 | 宮古島 |
| 18号 | 本島横断 | 9/4～9/6(3) | 960.7 | 26.4 | 46.6 | 325.0 | 193 | 名護市 |
| 21号 | 本島西側 | 9/24～9/28(5) | 996.3 | 15.8 | 26.0 | 121.5 | 14 | 宮古島 |
| 22号 | 本島東側 | 10/7～10/8(2) | 1002.5 | 8.8 | 14.7 | 183.5 | 1 | 名護市 |
| 23号 | 本島東側 | 10/17～10/20(4) | 970.3 | 25.6 | 48.0 | 128.5 | 96 | 那覇市 |
| 合計 | | | | | | | 894 | |

※) 各項目の数値基準

- ・襲来期間：国立情報学研究所北本研究室 (<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>) が公開している沖縄県における台風の襲来期間。
- ・平均現地気圧：気象庁沖縄气象台 (<http://www.jma-net.go.jp/okinawa/>) が公開している気象記録より襲来期間中の最低値。
- ・最大風速：気象庁沖縄气象台が公開している気象記録における襲来期間のうち最高値。
- ・最大瞬間風速：気象庁沖縄气象台が公開している気象記録における襲来期間のうち最高値。
- ・期間降水量：気象庁沖縄气象台が公開している気象記録における襲来期間の降水量総計値。

最も被害の大きかった台風は、台風17号でその被害本数は301本であった。次いで、台風18号における193本、台風4号における169本の順であった。

台風の規模と被害本数の関係を見ると、最大瞬間風速及び最大風速においては、風が強くなるほど被害本数が増加する傾向が明らかに示された(図-1.21、1.22)。具体的には、最大瞬間風速で約46m/s以上、風速で約25m/s以上となった場合には、被害本数が50本を超えて発生していることがわかる。

また、期間降水量においても、関連性は明確ではないものの雨量が多くなると被害本数が増える傾向が認められた(図-1.23)。

一方、平均現地気圧では、被害本数との関連性は認められなかった(図-1.24)。

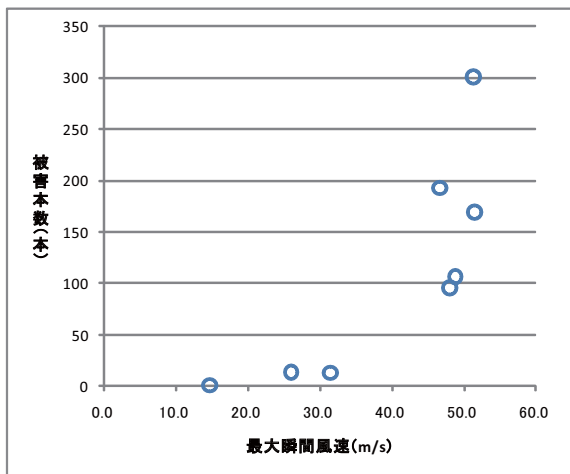


図-1.21 最大瞬間風速と被害本数の関係

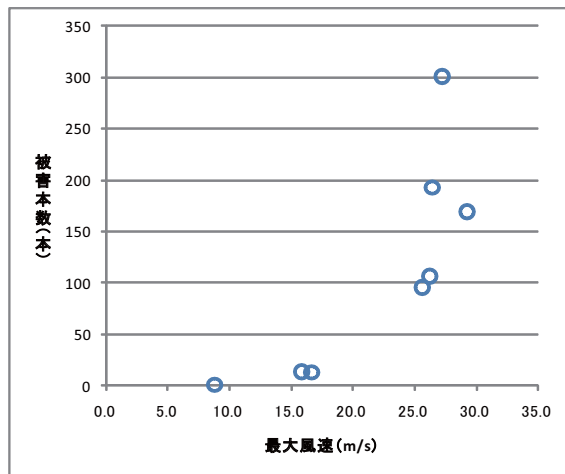


図-1.22 最大風速と被害本数の関係

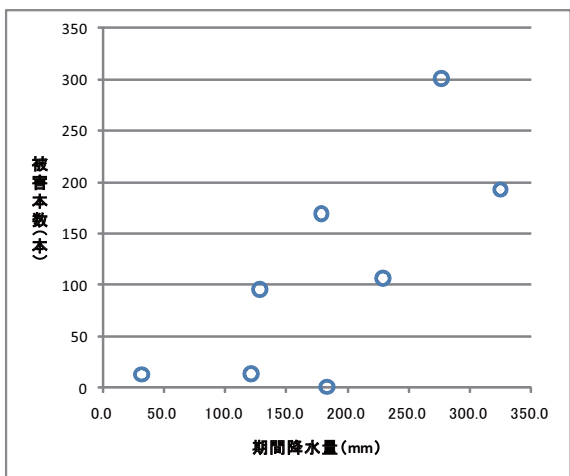


図-1.23 期間降水量と被害本数の関係

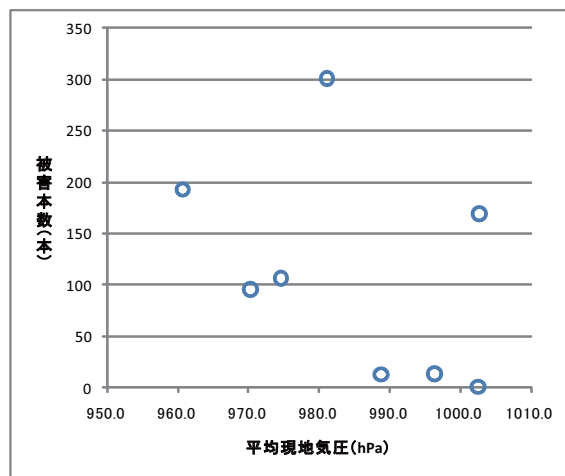


図-1.24 平均現地気圧と被害本数の関係

2.2 被害形態別の被害状況

被害の形態としては、傾木が558本(62%)と最も多く、次いで倒木の269本(30%)、幹折れの59本(7%)、枝折れの8本(1%)の順となった(図-1.25)。

2.3 樹種別の被害状況

樹種別の被害本数では、フクギが349本(39%)と最も多く、次いでリュウキュウマツの247本(27.6%)となり、この2樹種で全被害本数の2/3を占めている。

さらに、ホウオウボクの53本(5.9%)、ガジュマルとテリハボクの各40本(4.5%)の順となった(表

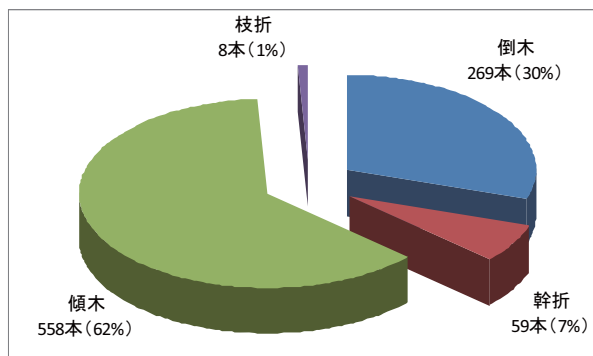


図-1.25 被害形態別の被害本数

-1.4、図-1.26)。

また、被害率（被害本数／植栽本数）で比較すると、被害本数が最も多かったフクギの2.3%が最も高く、次いでミツヤヤシの2.1%、クロヨナの1.5%、イヌマキとハウオウボクの1.4%の順となった(図-1.27)。なお、植栽本数には、国土技術政策総合研究所が調査した平成14年3月31日現在の街路樹本数を使用した。

表-1.4 樹種別の被害本数

| 順位 | 樹種 | 被害形態 | | | | 被害本数 (本) | 植栽本数 (本) |
|----|------------|------|----|-----|----|-------------|-------------|
| | | 倒木 | 幹折 | 傾木 | 枝折 | | |
| 1 | フクギ | 135 | 4 | 210 | | 349 | 15,180 |
| 2 | リュウキュウマツ | 24 | 23 | 200 | | 247 | 25,391 |
| 3 | ハウオウボク | 42 | 4 | 7 | | 53 | 3,830 |
| 4 | ガジュマル | 8 | 3 | 25 | 4 | 40 | 7,841 |
| 5 | テリハボク | 5 | | 35 | | 40 | 24,418 |
| 6 | ミツヤヤシ | | | 21 | | 21 | 993 |
| 7 | アカギ | | 2 | 16 | 2 | 20 | 6,116 |
| 8 | イヌマキ | | 9 | 9 | | 18 | 1,293 |
| 9 | コバテイシ | 3 | 2 | 12 | | 17 | 3,445 |
| 10 | ソウシジュ | 12 | | 2 | | 14 | 2,469 |
| 11 | カイヅカイブキ | | | 8 | | 8 | 3,161 |
| 12 | クロヨナ | 8 | | | | 8 | 529 |
| 13 | モンパノキ | 7 | | | 1 | 8 | 4,169 |
| 14 | モクセンナ | 4 | | 3 | | 7 | 862 |
| 15 | リュウキュウコクタン | 7 | | | | 7 | 8,174 |
| 16 | イスノキ | | 3 | 3 | | 6 | 5,741 |
| 17 | モモイロノウゼン | | 3 | 3 | | 6 | 42 |
| 18 | マニラヤシ | 6 | | | | 6 | 2,029 |
| 19 | デイゴ | 3 | | | | 3 | 1,152 |
| 20 | トックリヤシモドキ | | 2 | | | 2 | 4,359 |
| 21 | ホルトノキ | 1 | | 1 | | 2 | 6,550 |
| 22 | ヤエヤマヤシ | | 2 | | | 2 | 2,045 |
| 23 | アダン | | | 1 | | 1 | 1,215 |
| 24 | キョウチクトウ | | | 1 | | 1 | 1,944 |
| 25 | カンヒザクラ | 1 | | | | 1 | 3,422 |
| 26 | サルスベリ | 1 | | | | 1 | 1,898 |
| 27 | ダイオウヤシ | 1 | | | | 1 | 470 |
| 28 | トックリキワタ | | 1 | | | 1 | 1,217 |
| 29 | コバノナンヨウスギ | | | | 1 | 1 | 532 |
| 30 | ビロウ | | | 1 | | 1 | 3,197 |
| 31 | ブルメリア | | 1 | | | 1 | 21 |
| 32 | ヨウテイボク | 1 | | | | 1 | 415 |
| 合計 | | 269 | 59 | 558 | 8 | 894 | 144,150 |

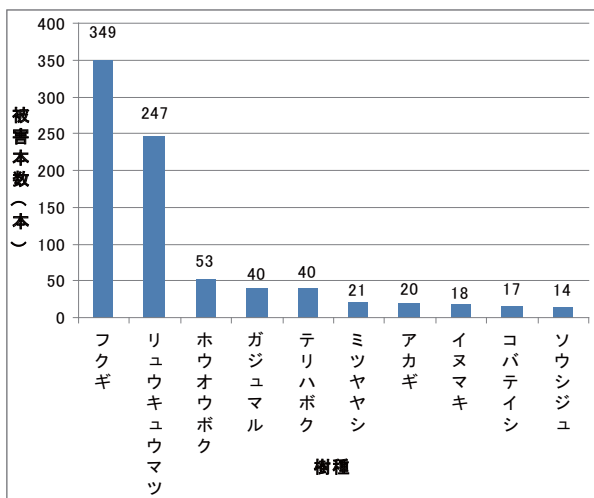


図-1.26 樹種別の被害本数上位10種

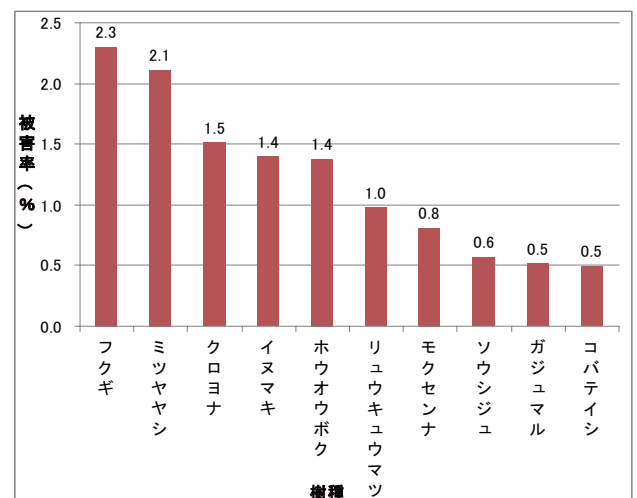


図-1.27 樹種別の被害率上位10種

これらの被害が多かった樹種について、被害形態別でみると以下のとおりである(図-1.28)。

- ①倒木が多かった樹種：ハウオウボク、ソウシジュ
- ②傾木が多かった樹種：フクギ、リュウキュウマツ、ガジュマル、テリハボク、ミツヤヤシ、アカギ、コバテイシ
- ③幹折れが多かった樹種：イヌマキ
- ④枝折れが多かった樹種：特になし（被害発生時に明確に把握されていなかったと考えられる）

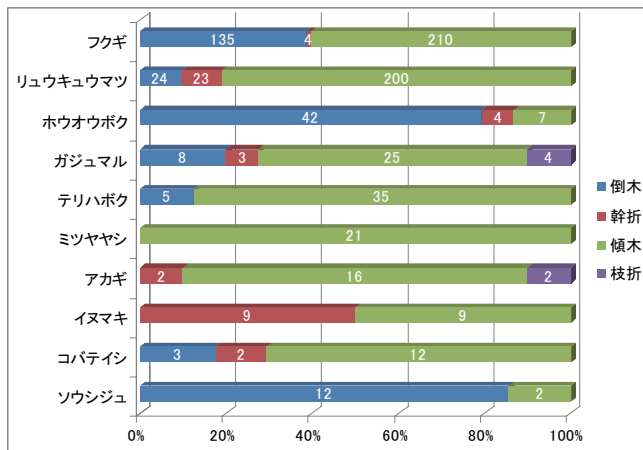


図-1.28 被害本数上位10種の被害形態別構成比

2.4 樹木規格別の被害状況

(1) 幹周

幹周別に被害本数を比較すると、30～59cmで624本(70%)と最も多く、次いで30cm未満の137本(15%)となり、この2形態で全体の85%を占めた(図-1.29)。

さらに、被害本数が多かった樹種(上位10種)についてみると、以下のとおりである(図-1.30)。

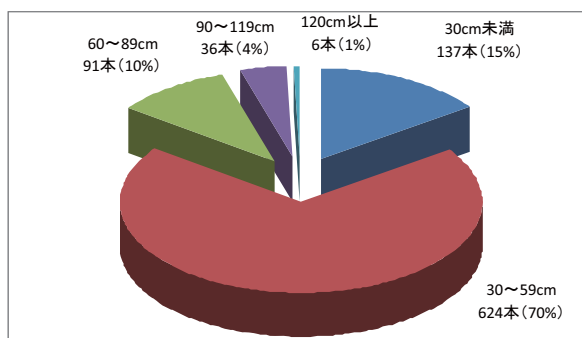


図-1.29 幹周別の被害本数(構成比)

- ①30cm未満で被害が多く認められた樹種：フクギ
- ②30～59cmで被害が多く認められた樹種：フクギ、リュウキュウマツ、ハウオウボク、テリハボク、アカギ、イヌマキ、コバテイシ
- ③60～89cmで被害が多く認められた樹種：ガジュマル、ミツヤヤシ
- ④90～119cmで被害が認められた樹種：リュウキュウマツ、ガジュマル、ソウシジュ
- ⑤120cm以上で被害が認められた樹種：ガジュマル、アカギ

この結果は、道路に植栽されている樹種ごとの実際の樹木規格の差違に起因していると考えられる。

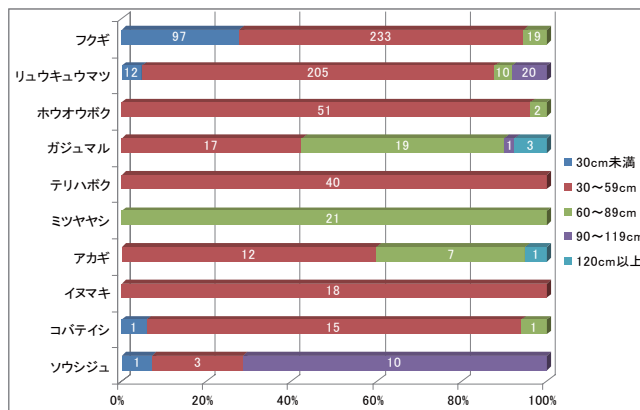


図-1.30 被害本数上位10種の幹周別構成比

また、幹周別の被害形態をみると、全樹種においては幹周が120cm未満で傾木が多く、120cm以上では被害本数が少ないため明らかな傾向はみられなかった(図-1.31)。

さらに、被害本数が多かった上位5樹種の幹周別の被害形態についてみると、以下のとおりである(図-1.32)。

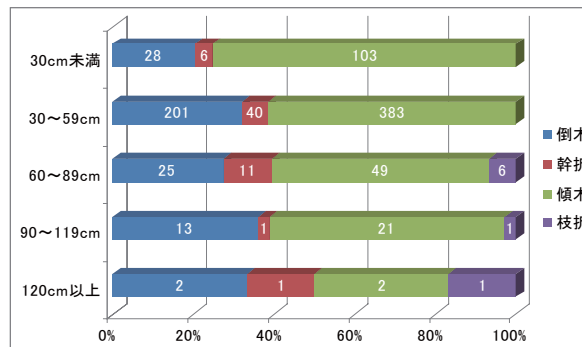


図-1.31 幹周別の被害形態の割合(全樹種)

- ①フクギ：30cm未満では傾木が多いが、30cm以上になると倒木と傾木が多かった。
- ②リュウキュウマツ：全体的に傾木が多いが、60～89cmでは幹折れもみられた。
- ③ハウオウボク：30～59cmで倒木が多くみられた。
- ④ガジュマル：30～59cmでは傾木が多いが、60cm以上では倒木が多くなった。
- ⑤テリハボク：30～59cmで倒木が多かった。

幹周が小さい樹木において傾木が多かった要因としては、植栽後の年数が短いことで根が十分に定着しておらず、樹体の支持力が低いことが考えられる。また、幹周が大きい樹木においても傾木が多かったのは植栽地が狭小であることで根が広い範囲に深く伸長できないことが要因として考えられる。

(2) 樹高

樹高別に被害本数を比較すると、4 m以下の樹木が635本（約7割）と最も多く、次いで5～9 mが252本となり、9 m以下がほぼ全体を占めていることで樹高の低い樹木での被害が多いことが確認された（図-1.33）。

さらに、被害本数が多かった樹種（上位10種）についてみると、以下のとおりである（図-1.34）。

- ① 1～4 mで被害が多く認められた樹種：フクギ、リュウキュウマツ、ホウオウボク、ガジュマル、ミツヤヤシ、イヌマキ、コバテイシ
- ② 5～9 mで被害が多く認められた樹種：テリハボク、ソウシジュ
- ③ 10～15 mで被害が認められた樹種：リュウキュウマツ、アカギ（上位10種以外：ダイオウヤシ、コバノナンヨウスギ）

また、樹高別の被害形態をみると、全樹種においては樹高が1～4 mで傾木が多く、5～9 mでは倒木が傾木よりも若干多く、10～15 mでは被害本数が少ないため明らかではないが枝折れの割合が増えていた（図-1.35）。

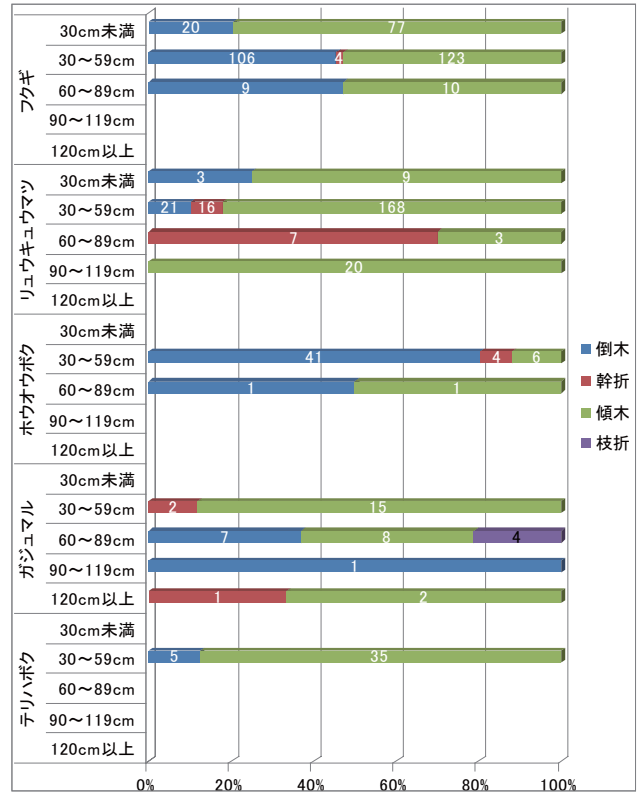


図-1.32 上位5種における幹周別の被害形態

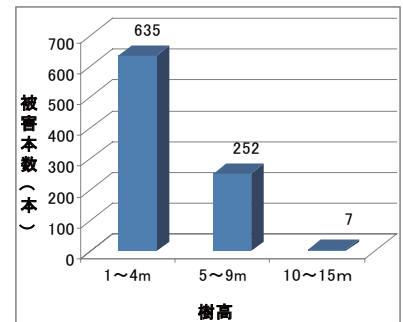


図-1.33 樹高別の被害本数

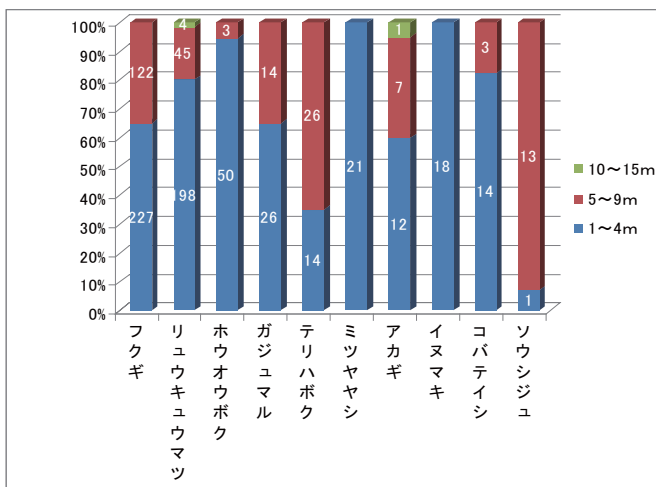


図-1.34 被害本数上位10種の樹高別構成比

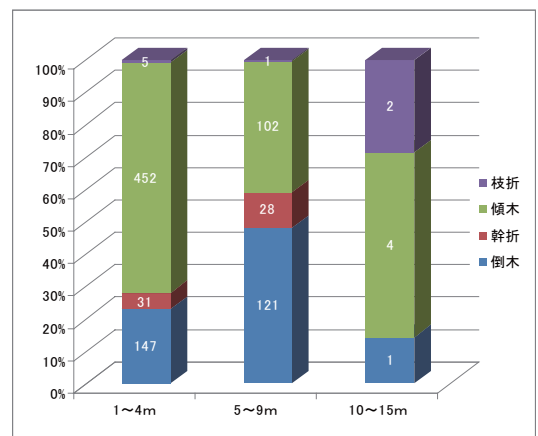


図-1.35 樹高別の被害形態の割合（全樹種）

さらに、被害本数が多かった上位5樹種について樹高別の被害形態をみると、以下のとおりである（図-1.36）。

- ① フクギ：1～4 mでは傾木が多いが、5～9 mになると倒木が多い。

- ②リュウキュウマツ：全体的に傾木が多いが、5～9mでは幹折れもみられた。
- ③ホウオウボク：全体的に倒木が多くみられた。
- ④ガジュマル：1～4mでは傾木が多いが、5～9mになると倒木も多くなった。
- ⑤テリハボク：全体的に傾木が多くみられた。

樹高が小さい樹木において傾木が多かった要因としては、樹木の活着や根の伸長が不十分であることが考えられる。

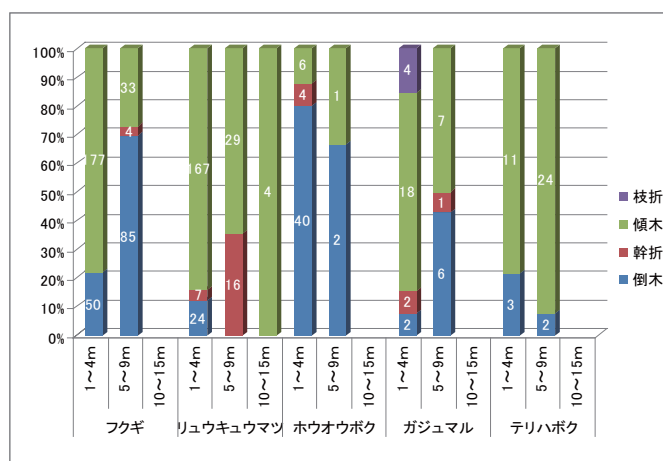


図-1.36 上位5種における樹高別の被害形態

(3) 樹齢

樹齢別の被害本数では、10～19年の比較的若い樹木での被害が多くみられた(図-1.37)。また、上位10種の樹齢別の被害内訳をみると、以下のとおりである(図-1.38)。

- ①10年未満：リュウキュウマツ、コバテイシで僅かな被害がみられた。
- ②10～19年：フクギ、リュウキュウマツ、ホウオウボク、ガジュマル、テリハボク、ミツヤヤシで被害が多かった。
- ③20～29年：テリハボク、アカギ、イヌマキ、コバテイシ、ソウシジュで被害が多かった。
- ④30年以上：フクギ、リュウキュウマツ、ガジュマル、コバテイシで被害がみられた(上位10種以外には樹齢40年のデイゴで被害がみられた)。

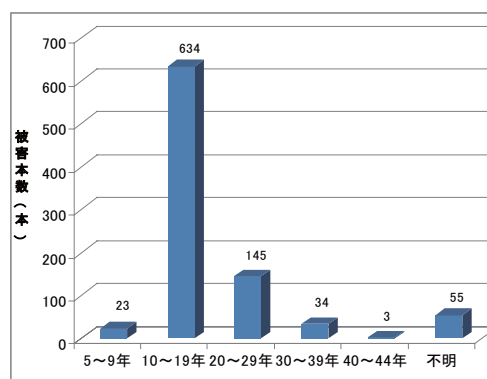


図-1.37 樹齢別の被害本数

また、樹齢別に被害形態の内訳を比較すると、樹齢が若いほど傾木が多く、樹齢20～29年になると幹折れがみられ、樹齢30年を超えると倒木の割合が高くなっていった(図-1.39)。

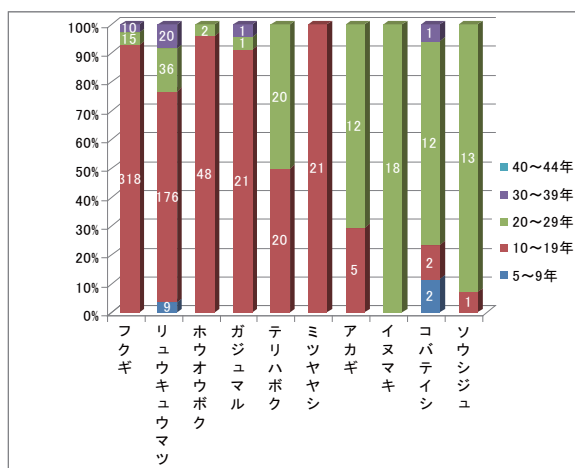


図-1.38 被害本数別上位10種の樹齢別構成比

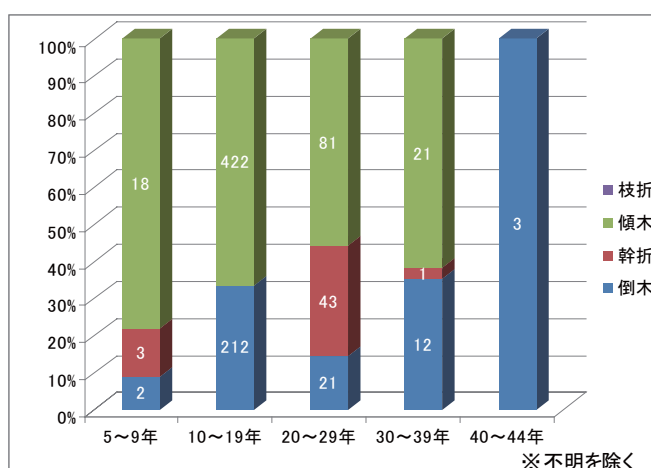


図-1.39 樹齢別の被害形態の割合

2.5 支柱と被害状況

「支柱の有無」による被害(枝折れを除く)の割合は、「支柱なし」の467本(53%)が「支柱あり」の419本(47%)を僅かに上回ったものの、両者に明確な差は認められなかった(図-1.40)。

樹木規格別で「支柱の有無」による被害本数を比較すると、幹周別では30cm未満における被害は

8割程度が「支柱あり」となっているが、幹周が大きくなるとともに「支柱あり」での被害が減少し、90cm以上では8割程度が「支柱なし」での被害となっていたが、樹高別での違いは明らかでなかった（図-1.41）。

さらに、被害形態別で比較すると、幹周と樹高において全般的に「支柱なし」は「支柱あり」よりも傾木が多く、「支柱あり」で倒木が多くなっている傾向が見られた。また、幹周30～89cmと樹高5～9mにおいては「支柱あり」で

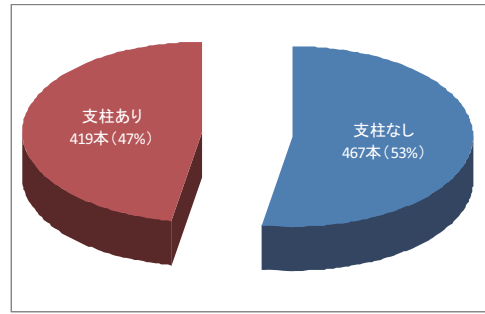


図-1.40 「支柱の有無」による被害割合

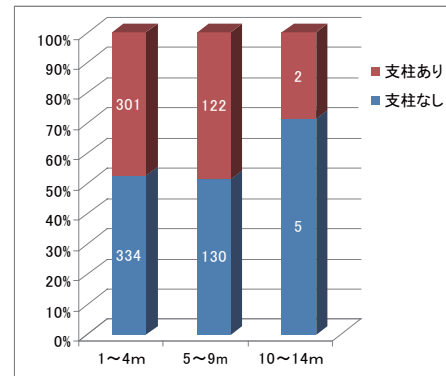
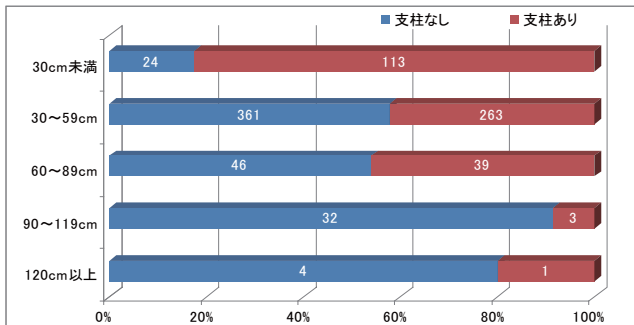


図-1.41 樹木規格別の「支柱の有無」による被害割合（左：幹周、右：樹高）

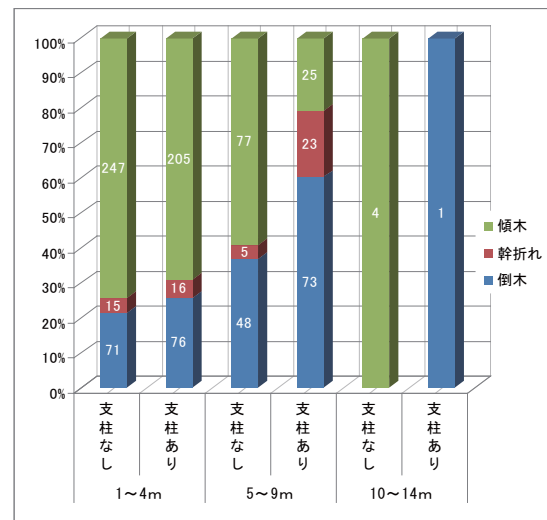
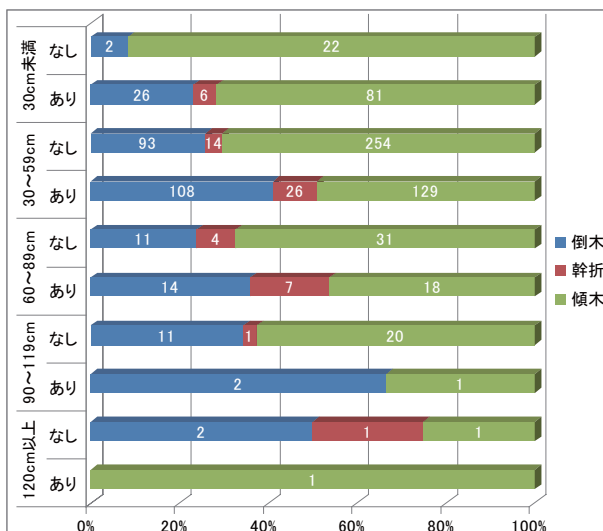


図-1.42 樹木規格別の「支柱の有無」による被害形態内訳（左：幹周、右：樹高）

支柱の有無と被害状況については、被害がなかった樹木に対する支柱の有無のデータを加味していないことから明確にはいえないものの、次のようなことが考えられる。

支柱は、基本的には植栽時に根が活着するまでの仮設として設置するものであるため、植栽後に数年経過した時点において撤去されるものである。このことから、幹周30cm未満の小さな樹木においては支柱が設置されてはいるものの根が十分に活着していない状況の中で強風により被害が発生したと考えられる。幹周30～89cmの樹木では、支柱が撤去されたものとされないものが混在する中で、被害が発生した樹木では十分に根が伸長していなかったことが考えられる。さらに、幹周90cm以上の大きな樹木では、支柱が撤去されているものの植樹等々の狭小な植栽基盤の中で樹体を支えるほどの根系の伸長量が少なかったことが被害に繋がっていると考えられる。

また、被害形態別において「支柱なし」が「支柱あり」よりも傾木が多くなっていることは、支柱が設置されていることで倒木する樹木を傾木の段階で抑えていると考えられるが、幹周30～89cmと

樹高5～9mにおいて「支柱あり」での幹折れによる被害が「支柱なし」よりも多かったことは、支柱が原因となる幹折れが発生していることが予想される。

2.6 植栽地と被害状況

植栽地形状別による被害本数を比較すると、植栽樹での被害が578本（65%）と最も多く、次いで植樹帯の291本（32%）、中央分離帯の25本（3%）の順となった（図-1.43）。

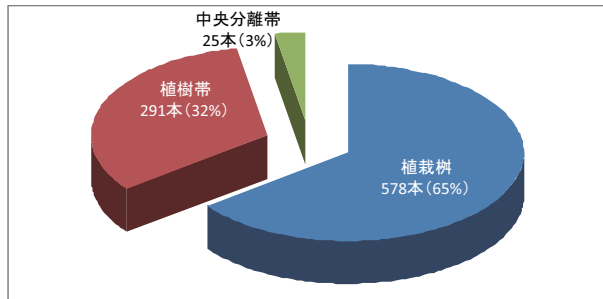


図-1.43 植栽地形状別の被害本数

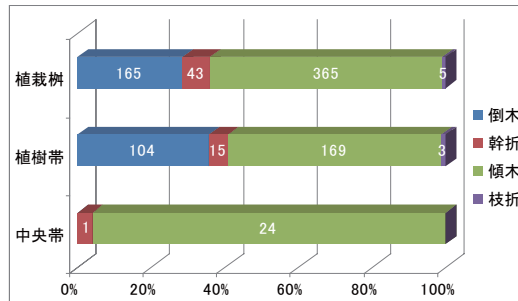


図-1.44 植栽地形状別の被害形態の割合

さらに、各植栽地形状における被害形態別の被害本数を比較すると、植栽樹と植樹帯、中央分離帯ともに傾木が最も多く、植栽地形状による明確な傾向の違いはみられなかった（図-1.44）。

植栽地幅別の被害本数では、1.0～1.9mが549本と最も多く、次いで0.1～0.9mの205本、2.0～2.9mの113本の順となった（図-1.45）。

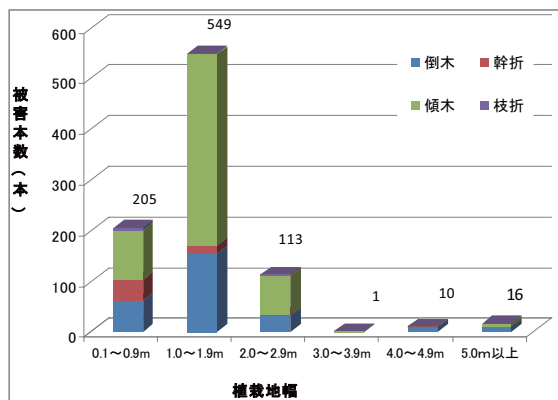


図-1.45 植栽地幅別の被害本数

2.7 樹木被害による交通障害

台風による樹木被害が交通障害を発生させている本数は714本（80%）であり、街路樹が台風被害により倒木することなどにより、高い確率で交通障害を引き起こすことがわかる（図-1.46）。

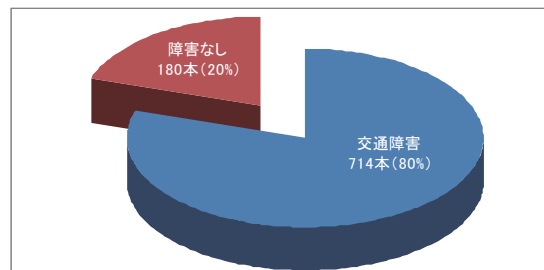


図-1.46 樹木被害による交通障害件数

2.8 まとめ

平成16年度において、沖縄県内に台風による街路樹被害をもたらした総数は8個であり、被害総本数は894本であった。最も被害が大きかった台風は、本島南海上を通過した台風17号であり、宮古及び八重山地域において被害本数301本と、全体の1/3を占めた。

台風の規模と被害本数の関係では、風が強くなるほど被害本数が増える傾向にあることが示され、最大風速で約25m/s以上、最大瞬間風速で約46m/s以上となった場合には、被害本数が50本を超えることがわかった。また、街路樹の場合には降雨量が多くなると被害本数が増える傾向も認められ、植栽樹等の規制された植栽基盤での土壌水分量の増加が根系の土壌緊縛力を低下させていることが伺える。

被害が多かった樹種としては、フクギが349本（39%）と最も多く、次いでリュウキュウマツの247本（27.6%）となり、この2樹種で全被害本数の2/3を占め、さらにハウオウボクの53本（5.9%）、ガジュマルとテリハボクの各40本（4.5%）の順となった。また、被害率ではフクギの2.3%が最も高く、次いでミツヤヤシの2.1%、クロヨナの1.5%、イヌマキとハウオウボクの1.4%の順となった。

被害形態別では、倒木が多かった樹種としてホウオウボクが、傾木が多かった樹種としてフクギ、リュウキュウマツ、ガジュマル、テリハボク、ミツヤヤシ、アカギが、幹折れが多かった樹種としてイヌマキがあげられ、枝折れが多かった樹種は特になかった。

樹木規格別の被害としては、幹周では30～59cmで624本（70%）と最も多く、次いで30cm未満の137本（15%）となり、この2形態で全体の85%を占めた。また、樹高では4m以下の樹木での被害が約7割を占めた。さらに、樹齢別での被害は10～19年で多かった。このことから、幹周が細く樹高が低い、比較的樹齢の若い樹木における被害が多いことがわかる。

「支柱の有無」の違いでは、「支柱なし」と「支柱あり」に明確な差は認められなかった。しかし、小径木では「支柱あり」での被害が多く、幹周が大きくなると「支柱なし」での被害が増えていた。また、被害形態で比較すると、傾木の被害は「支柱あり」よりも「支柱なし」で多く、支柱の設置により倒木の被害が傾木で抑えられている傾向が見られた。さらに、中径木において「支柱あり」での幹折れによる被害が「支柱なし」よりも多かったことで、支柱が原因となる幹折れが発生していることが予想される。

植栽地と被害の関係では、植栽枠での被害が最も多く、植栽地幅は2m未満で多かったことから、植栽地が小さいほど根系の伸長が抑制され、被害が多く発生すると考えられた。

街路樹の被害が交通障害を発生させている割合は8割であり、街路樹が台風で被害を受けることにより高い確率で交通障害を引き起こすことがわかった。

3. 現地調査による被害実態の把握

平成17年7月に襲来した台風5号における石垣島での樹木被害について、現地調査により被害実態を把握した。

調査は、石垣島内の国道、県道、公園を主体として次の箇所を中心に調査した。

道路：国道390号、県道79号、県道87号、県道207号、県道208号、県道209号、県道211号

公園：バンナ森林公園、美崎公園、新栄公園、新川公園

調査項目は、以下のとおりである。

①被害樹木の状況

樹種、樹木形状（樹高、幹周、枝張り）、被害形態（倒木、傾木、幹折れ、枝折れ）、被害本数、支柱の有無、被害状況等

②台風の概況

気圧、風速、経路

3.1 台風規模

台風5号は、平成17年7月12日、南鳥島の西南西約260kmで発生、その後発達しながら西南西へ進み16日21時には、中心気圧915hPa、中心付近の最大風速は55m/sの大型で猛烈な台風へと発達した。石垣島地方では、17日16時頃から18日15時頃までの約23時間暴風域に入った。最大風速は29.1m/s、最大瞬間風速は47.6m/sを観測した。

3.2 被害形態と被害樹種

現地調査で確認した被害本数は40本であり（表-1.5）、被害形態でみると倒木が15本と最も多く、次いで幹折れの12本、傾木の10本、枝折れの3本であった（図-1.47）。

表-1.5 台風5号における石垣島での樹木被害状況

| No. | 樹種名 | 樹高(m) | 幹周(cm) | 枝張り(m) | 被害状況 | 支柱 | 支柱状態 | 支柱結束材 | 被害要因 | 場所 |
|-----|-------------|-------|--------|--------|------|------|------|-------|-----------------|-----------|
| 1 | アカギ | 6 | 112 | 8 | 枝折れ | 無 | - | - | - | アンパル湿地帯付近 |
| 2 | アカギ | 6 | 112 | 8 | 枝折れ | 無 | - | - | - | アンパル湿地帯付近 |
| 3 | アコウ | 5 | 81 | 8 | 倒木 | 無 | - | - | 根腐れ | 新川公園 |
| 4 | オオバナサルスベリ | 3 | 22 | 2 | 傾木 | 四脚鳥居 | 傾き | はずれ | 新植のため | 県道390号 |
| 5 | オオバナサルスベリ | 3 | 22 | 2 | 傾木 | 四脚鳥居 | 傾き | はずれ | 新植のため | 県道391号 |
| 6 | オオハマボウ | 5 | 74 | 8 | 傾木 | 無 | - | - | 枝バランス不良 | 新川公園 |
| 7 | オオハマボウ | 4 | 78 | 6 | 幹折れ | 無 | - | - | 幹腐れ | 新川公園 |
| 8 | オキナワキョウチクトウ | 1.7 | 36 | 2 | 幹折れ | 無 | - | - | 幹腐れ | 新川公園 |
| 9 | ガジュマル | 10 | 480 | - | 倒木 | 無 | - | - | 根腐れ | 県道79号 |
| 10 | ガジュマル | 4 | 47 | 3 | 傾木 | 無 | - | - | 根張り不良 | |
| 11 | コバテイシ | 3 | 30 | 5 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 幹腐れ(地際部分) | マリウ慰霊塔駐車場 |
| 12 | コバテイシ | 2 | 24 | 4 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | 切れ | 結束材切れ | 県道79号 |
| 13 | コバテイシ | 2 | 25 | 4 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材切れ | 県道79号 |
| 14 | コバテイシ | 2 | 26 | 4 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材切れ | 県道79号 |
| 15 | コバテイシ | 2 | 25 | 4 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材はずれ | 県道79号 |
| 16 | コバテイシ | 3 | 27 | 4 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材はずれ、根が浅い | マリウ慰霊塔駐車場 |
| 17 | コバテイシ | 2 | 16 | 3 | 傾木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材はずれ、根の揺らぎ | 県道79号 |
| 18 | コバテイシ | 3 | 25 | 4 | 傾木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材はずれ、根の揺らぎ | マリウ慰霊塔駐車場 |
| 19 | トックリキワタ | - | 126 | - | 倒木 | 無 | - | - | 不明 | バンナ公園 |
| 20 | トックリヤシモドキ | 3 | 100 | 2 | 幹折れ | 無 | - | - | 幹腐れ | 空港内 |
| 21 | ネムノキ | 10 | 160 | 10 | 倒木 | 無 | - | - | 根腐れ、幹腐れ | マリウ慰霊塔駐車場 |
| 22 | フクギ | 3 | 32 | 2 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 傾き | トラロープ | 幹腐れ | 新栄公園 |
| 23 | フクギ | 2.5 | 20 | 2 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 傾き | 無 | 幹傷・腐れ | 新栄公園 |
| 24 | フクギ | 3 | 31 | 2 | 傾木 | 無 | - | - | 幹傷・腐れ | 新栄公園 |
| 25 | フクギ | 3 | 32 | 1 | 傾木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 結束材はずれ、根張り不良 | 美崎公園前 |
| 26 | フクギ | 6 | 480 | 1.5 | 倒木 | 無 | - | - | 根巻き(ビニール紐)、根が浅い | 県道390号 |
| 27 | ブラシノキ | - | 32 | 2 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 異常無 | 異常無 | 幹腐れ | 県道390号 |
| 28 | ベンガルボダイジュ | - | 38 | 2 | 幹折れ | 四脚鳥居 | 異常無 | 異常無 | 幹腐れ | 県道392号 |
| 29 | ベンガルボダイジュ | 4 | 36 | 2 | 枝折れ | 四脚鳥居 | 異常無 | 異常無 | 幹腐れ | 県道391号 |
| 30 | ハウオウボク | 3 | 56 | 6 | 幹折れ | 無 | - | - | - | 新栄公園 |
| 31 | モクマオウ | 6 | 44 | 4 | 倒木 | 無 | - | - | 幹枯れ、根枯れ | 新川公園 |
| 32 | モクマオウ | 5 | 35 | 2 | 倒木 | 無 | - | - | 根張り不良 | 新川公園 |
| 33 | モモイロウゼン | 3 | 100 | 3 | 傾木 | 無 | - | - | 根張り不良 | 空港内 |
| 34 | ヤエヤマヤシ | 2.8 | 110 | 2 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 幹ノギリ傷、腐れ | 県道79号 |
| 35 | ヤエヤマヤシ | 1.8 | 40 | 2 | 倒木 | 三脚鳥居 | 異常無 | はずれ | 幹ノギリ傷、腐れ | 県道79号 |
| 36 | ヤエヤマヤシ | - | 22 | 2 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 異常無 | 無 | 草刈機によるノギリ傷 | 県道79号 |
| 37 | ヤエヤマヤシ | - | - | 2 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 異常無 | 無 | 草刈機によるノギリ傷 | 県道79号 |
| 38 | ヤエヤマヤシ | - | - | 2 | 幹折れ | 三脚鳥居 | 異常無 | 異常無 | 草刈機によるノギリ傷 | 県道79号 |
| 39 | ヨウテイボク | 5 | 38 | 4 | 倒木 | 三脚鳥居 | 倒壊 | 異常無 | 根張り不良 | バンナ公園自然観察 |
| 40 | ヨウテイボク | 5 | 38 | 5 | 傾木 | 三脚鳥居 | 傾き | 異常無 | 枝の徒長 | バンナ公園自然観察 |

被害を受けた樹種は18種であり、最も被害が多かった樹種はコバテイシの8本、次いでフクギとヤエヤマヤシの5本であり、コバテイシでは倒木が多かった（図-1.48）。

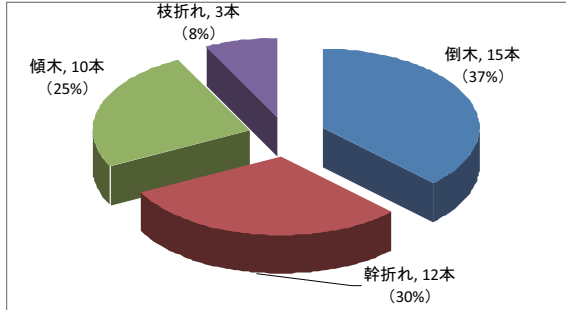


図-1.47 被害形態の内訳

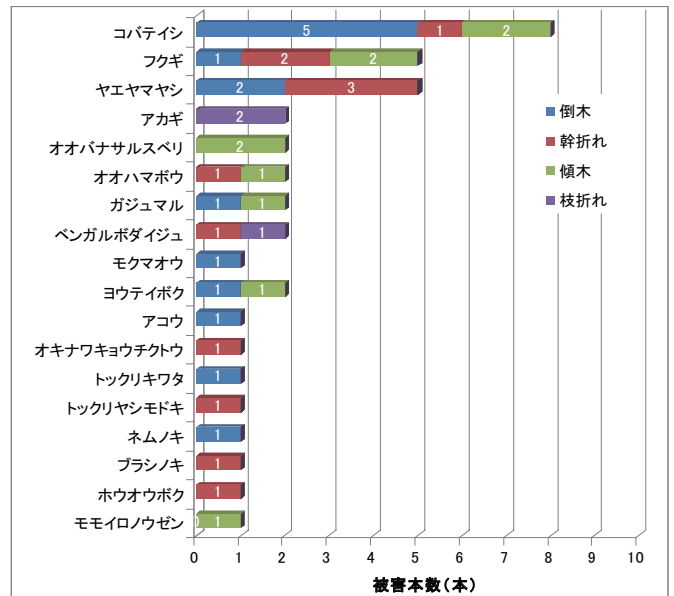


図-1.48 樹種別の被害本数と被害形態

3.3 樹木規格別の被害状況

樹木の規格別で見ると、幹周で30～59cm、樹高で1～4m、枝張りで1～2mと比較的小さな樹木において被害が多かった（図-1.49、1.50、1.51）。小径木としてはコバテイシやフクギ、大径木としてはガジュマルやネムノキがあげられる。

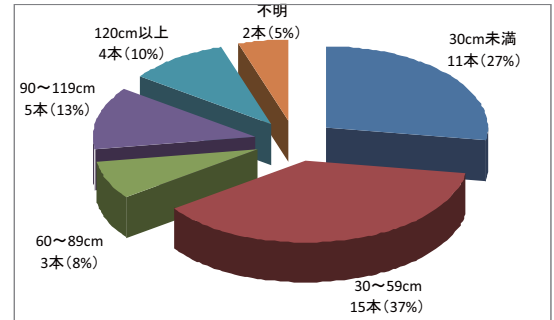


図-1.49 幹周別の被害本数

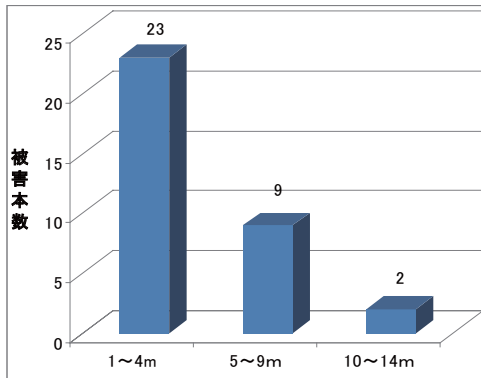


図-1.50 樹高別の被害本数

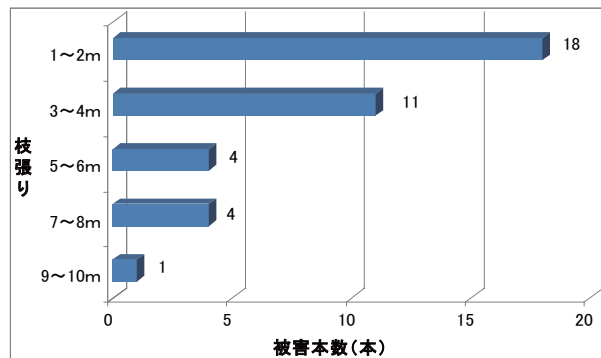


図-1.51 枝張り別の被害本数

3.4 支柱と被害状況

「支柱の有無」と被害の関係では、支柱なしで17本の被害があり、支柱ありで23本に被害がみられた（図-1.52）。樹木の規格別で見ると、規格の小さい樹木において支柱ありでの被害が多かった（図-1.53）。

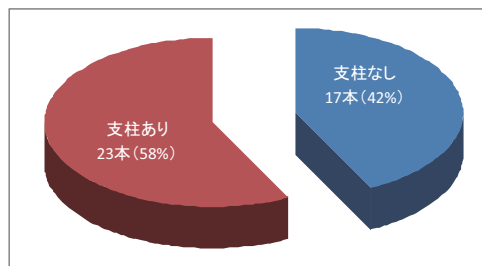


図-1.52 「支柱の有無」別の内訳

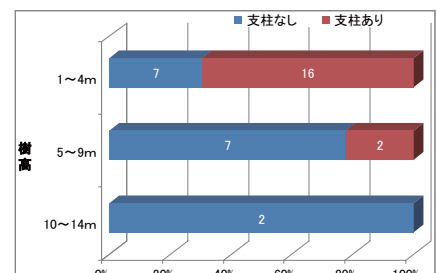


図-1.53 樹高別による内訳

3.5 現地踏査による被害状況

上記の他、現地踏査での観察において確認された被害発生状況は以下のとおりである。

①植栽環境

植栽環境では、道路の植樹帯、植栽柵によって根の伸長が抑えられて、十分な支持力が得られないために倒木に至るケースが多くみられた（写真-1.1）。また、植栽地の植栽基盤整備が不良のため、有効土層が浅いことや排水不良により、根が深く伸長できないことによる被害も多くみられた（写真-1.2）。



写真-1.1 狭小な植栽柵による根系伸長不良（左：フクギ、右：ガジュマル）



写真-1.2 植栽基盤の不良による根系伸長不良（モクマオウ）

②樹木腐朽

倒木や幹折れした樹木では、明らかに幹や根系の腐朽が要因となっているものが多かった。幹が腐朽する原因としては、支柱材が幹に食い込んでいたり支柱材と幹が擦れることにより幹が傷害を受け、そこから木材腐朽菌が侵入して幹の腐朽を引き起こしていることが確認された（写真-1.3、1.4）。



（フクギ）

写真-1.3 支柱と幹との擦れによる腐朽が原因の幹折れ



（ブラシノキ）

写真-1.4 結束外れによる幹の損傷

また、草刈り時に樹木の根元部分を草刈り機で傷つけてしまうことにより幹が腐朽しているものもあった（写真-1.5）。

根系腐朽の原因としては、植栽基盤が不良なために降雨時に滞水が起こり腐朽することや、移植時や周辺工事等の人為的な根系切断等による傷口から木材腐朽菌が侵入したことが考えられた（写真-1.6、1.7）。



写真-1.5 草刈り時の傷害による腐朽が原因の倒木（ヤエヤマヤシ）



写真-1.6 植栽基盤の排水不良による根系腐朽が原因の倒木（ガジュマル）



写真-1.7 木材腐朽菌の侵入による根系腐朽が原因の倒木（上：アコウ、下：ネムノキ）

③維持管理の不良

支柱材の結束不良は、前述した腐朽につながることも倒木や傾木の原因となっていることが確認された（写真-1.8）。また、支柱材が地面にしっかりと固定されていないことや樹体の大きさに適合していない場合、腐朽した場合には樹体を支持できずに倒木している樹木も見られた（写真-1.9）。



写真-1.8 結束材が外れたことによる倒木（コバテイシ）



（支柱固定が不安定による倒木・オオバナサルスベリ） （支柱材の腐朽による倒木・ヨウテイボク）

写真-1.9 支柱の固定不良、腐朽による倒木

3.6 まとめ

石垣島における台風被害木について現地調査した結果、被害樹種としてコバテイシやフクギ等が、また樹木規格としては小径木での被害が多いなど、前述した沖縄記念公園や街路樹における被害実態とほぼ同様の傾向が認められた。倒木や幹折れにつながる大きな要因としては、現地における観察により樹木腐朽によるものが多く認められた。これらの樹木腐朽は、支柱材の整備不良や草刈り時における幹の損傷などが関連しているものが多くあった。また、植栽基盤の整備不良による根系の伸長不良が要因となった倒木被害も多く確認できた。

4. 台風被害の実態調査により把握した発生要因

4.1 台風規模

台風規模による被害実態においては、風の強さが被害の大きさに最も影響する。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は、急速に被害本数が増加する（図-1.54、1.55）。また、街路樹では、降雨量が多くなると被害本数が増加する可能性が高い（図-1.56）。

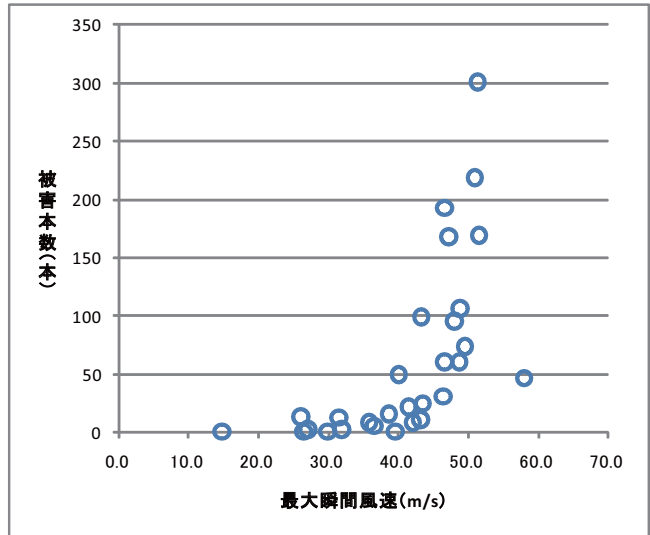
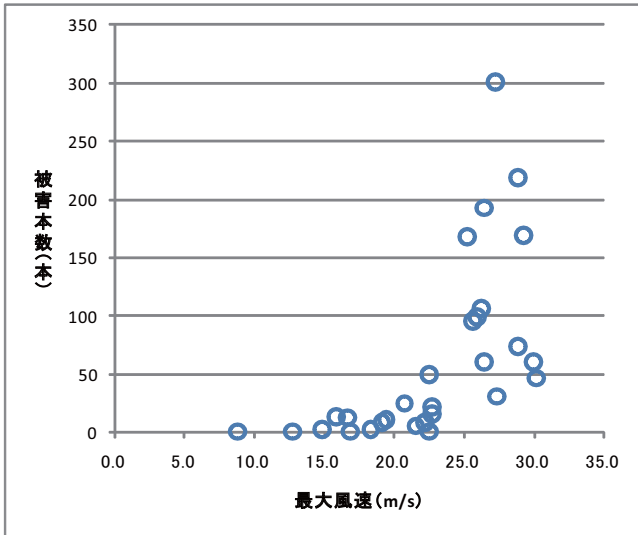


図-1.54 最大風速と被害本数(公園木、街路樹) 図-1.55 最大瞬間風速と被害本数(公園木、街路樹)



写真-1.10 強風による枝折れ (アカギ)

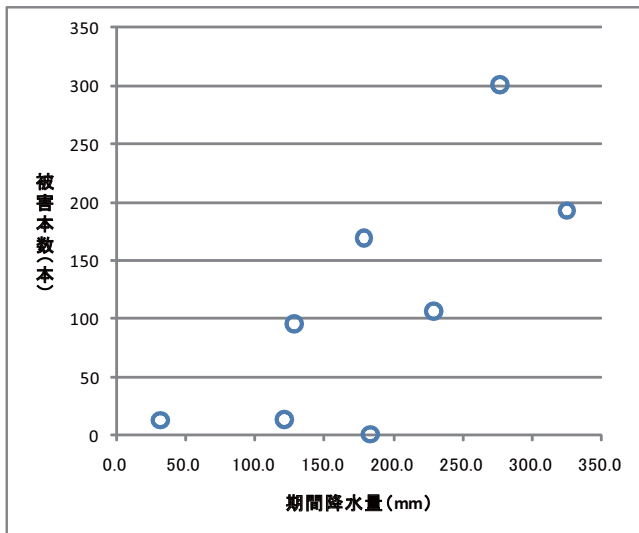


図-1.56 期間降水量と被害本数 (街路樹)



写真-1.11 雨水により軟弱化した土壌

4.2 樹種特性

沖縄記念公園と街路樹、石垣島において被害の多かった樹種（表-1.6、1.7）としては、フクギの483本が最も多く、次いでリュウキュウマツの266本、アメリカデイゴの79本の順となった。一般的に台風被害を受けやすい要因としては、成長が速く樹冠を大きく広げる樹種特性があげられ、この場合には風圧を受けやすくなることで、倒れたり枝が折れたりすることに繋がると考えられる（写真-1.12、1.13）。しかし、フクギやリュウキュウマツ、オオハマボウ、モクマオウなどのように防風防潮林として植栽される樹木も含まれており、このことは樹種特性としては台風被害に強い性質を持っているものの他の要因により被害が多くなっていることを裏付けているものと考えられる。参考までに、台風被害の多かった上位10位までと被害形態別に被害の多かった樹種について特性を以下に示した。

表-1.6 台風被害の上位20樹種

| 順位 | 樹種 | 被害形態 | | | | 被害本数 (本) | 構成比 (%) |
|----|----------|------|-----|-----|-----|-------------|------------|
| | | 倒木 | 幹折れ | 傾木 | 枝折れ | | |
| 1 | フクギ | 172 | 10 | 301 | | 483 | 26.1 |
| 2 | リュウキュウマツ | 26 | 28 | 212 | | 266 | 14.4 |
| 3 | アメリカデイゴ | 12 | 11 | 5 | 51 | 79 | 4.3 |
| 4 | オオハマボウ | 13 | 41 | 12 | 1 | 67 | 3.6 |
| 5 | モクマオウ | 11 | 39 | 6 | 3 | 60 | 3.2 |
| 6 | ハウオウボク | 44 | 5 | 7 | | 56 | 3.0 |
| 7 | コバテイシ | 16 | 6 | 28 | 1 | 51 | 2.8 |
| 8 | ガジュマル | 13 | 3 | 26 | 6 | 48 | 2.6 |
| 9 | ソウシジュ | 19 | 16 | 4 | 3 | 42 | 2.3 |
| 10 | カンヒザクラ | 20 | 7 | 13 | | 40 | 2.2 |
| 11 | テリハボク | 5 | | 35 | | 40 | 2.2 |
| 12 | ココヤシ | 8 | 1 | 26 | | 35 | 1.9 |
| 13 | アカギ | 1 | 3 | 19 | 4 | 27 | 1.5 |
| 14 | ヨウテイボク | 7 | 2 | 14 | | 23 | 1.2 |
| 15 | グアバ | 7 | 3 | 12 | | 22 | 1.2 |
| 16 | ミツヤヤシ | | 0 | 21 | | 21 | 1.1 |
| 17 | センダン | 4 | 16 | | | 20 | 1.1 |
| 18 | タビビトノキ | | | | 20 | 20 | 1.1 |
| 19 | モンパノキ | 17 | | 2 | 1 | 20 | 1.1 |
| 20 | イヌマキ | | 9 | 9 | | 18 | 1.0 |

表-1.7 被害形態別の上位5樹種

| 順位 | 倒木 | | | 幹折れ | | |
|-----|------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|
| | 樹種 | 被害本数 (本) | 構成比 (%) | 樹種 | 被害本数 (本) | 構成比 (%) |
| 1 | フクギ | 172 | 30.8 | オオハマボウ | 41 | 15.8 |
| 2 | ハウオウボク | 44 | 7.9 | モクマオウ | 39 | 15.0 |
| 3 | リュウキュウマツ | 26 | 4.7 | リュウキュウマツ | 28 | 10.8 |
| 4 | カンヒザクラ | 20 | 3.6 | ソウシジュ | 16 | 6.2 |
| 5 | ソウシジュ | 19 | 3.4 | センダン | 16 | 6.2 |
| 総本数 | | 559 | | | 260 | |
| 順位 | 傾木 | | | 枝折れ | | |
| | 樹種 | 被害本数 (本) | 構成比 (%) | 樹種 | 被害本数 (本) | 構成比 (%) |
| 1 | フクギ | 301 | 33.3 | アメリカデイゴ | 51 | 40.2 |
| 2 | リュウキュウマツ | 212 | 23.5 | タビビトノキ | 20 | 15.7 |
| 3 | テリハボク | 35 | 3.9 | ビロウ | 11 | 8.7 |
| 4 | コバテイシ | 28 | 3.1 | インドゴムノキ | 7 | 5.5 |
| 5 | ココヤシ・ガジュマル | 26 | 2.9 | ガジュマル | 6 | 4.7 |
| 総本数 | | 904 | | | 127 | |



(ソーセージノキ)

写真-1.12 樹冠を大きく広げる樹木特性



(インドゴムノキ)

写真-1.13 枝の伸長が速く折れやすい樹木特性

(1) フクギ

形態：常緑高木で、樹高20m程度になる。幹は直立して、枝は広がらずに円錐形～卵形の樹冠をつくる。葉は対生し、厚革質、長さ8～12cm程度の楕円形の広葉で、表面は黒っぽい光沢がある。

成長：海浜地に多く生育するが成長は極めて遅い。

根系：深根性で根系による支持力は大きい。しかし、植栽時に主根となる根系が切断されていると、その後の回復が遅いことから支持力を得られずに強風時に倒木しやすい。そのため、できる限り主根の発達を促すよう、実生から育成した小さな規格の樹木を十分に整備した植栽基盤に植栽することが望ましい。

利用：公園樹、道路緑化樹、防潮防風樹、防火樹、生垣樹。

台風時の潮風反応：被害は潮風を直接受けた部位に限られ、しかも葉縁に若干壊死が生じる程度である。新葉の展開は比較的速い。



写真-1.14 フクギの倒木

(2) リュウキュウマツ

形態：常緑高木で、樹高25m程度になる。枝は曲がりながらねって拡がり、大きくなると平らな傘形の樹冠をつくる。葉は二葉で、長さ10～20cm程度の針形の針葉で、やわらかい。

成長：極端な乾燥地・瘦地以外には良く生育するが、弱酸性～弱アルカリ性の砂質壤土が適地。

根系：深根性で根系による支持力は大きい。

利用：公園樹、道路緑化樹、防潮防風樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、壊死を生じるが、被害葉は比較的長く残存する。被害後の新葉の展開は比較的速い。



写真-1.15 リュウキュウマツの幹折れ

(3) アメリカデイゴ

形態：落葉高木で樹高5～6mになる。枝は広がり、球形の樹冠をつくる。葉は3出複葉で互生し、膜質、長さ8～10cmの卵形の広葉で、表面に光沢がある。

成長：砂質壤土を好み、成長は速い。枝が折れやすい。

根系：中間性で根系による支持力は小さい。

利用：公園樹、道路緑化樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、凋萎を起こし新梢の枯下がりも顕著である。被害葉は早い時期に落脱するが枯損枝は長く残存する。新葉の展開は極めて速い。



写真-1.16 アメリカデイゴの幹折れ

(4) オオハマボウ

形態：常緑高木で、樹高4～12mになる。幹は通常直立せず枝が多く分岐し、球形の樹冠をつくる。葉は互生し、厚質、長さ10～12cmの円心形の広葉で、光沢がある。

成長：海岸に多く、適潤ないし弱乾性の砂質壤土を好み、成長は速い。

根系：中間性で水平根がよく発達し、根系による支持力は中程度。

利用：公園樹、道路緑化樹、防潮防風樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び壊死、凋萎を起こし、新梢の枯下がりも顕著である。被害葉は比較的速く落脱するが、枯損枝は長い間付着したままである。新葉の展開は比較的速い。



写真-1.17 オオハマボウの倒木

(5) モクマオウ

形態：常緑高木で樹高は20mに達する。幹は直立し円錐形の樹冠をつくる。マツの葉のように見える緑色部は小枝で、長さ20cm程度で多数の関節からなっている。葉は退化した鱗片状で、各節に6～8個輪生する広葉である。

成長：海岸砂地を好み、乾燥や塩分を含んだ土壌にも耐えるが、酸性粘質の土壌には不適である。成長は速い。

根系：深根性で根系による支持力は大きい。菌根を持つ。

利用：公園樹、道路緑化樹、防潮防風樹、生垣樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、壊死を起こし、新梢の枯下がりも認められる。被害葉は枯損枝とともに長期間残存する。新葉は被害を受けなかった枝条につくがなかなか出芽せず、展開に時間がかかる。



写真-1.18 モクマオウの倒木

(6) ホウオウボク

形態：落葉高木で、樹高10～15mになる。太い枝を張りだして、扁平した傘形の樹冠をつくる。

葉は互生し、2回羽状複葉、長さ20～40cmで太い葉柄を有し、10～20対の羽片を有する。小葉は20～40対で長楕円形、長さ1cm程度の広葉である。

成長：乾性の砂質壤土を好み、成長は極めて速い。

根系：中間性であるが、水平根と垂下根による支持力は大きい。

利用：公園樹、道路緑化樹、緑陰樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、壊死、凋萎を起し、新梢の枯下がりも顕著である。被害葉は比較的速く落脱するが、枯損枝は長い間付着したままである。新葉は枯損をまぬがれた節から出芽し、比較的速く展開する。



写真-1.19 ホウオウボクの倒木

(7) コバテイシ

形態：落葉高木で、樹高は20～25mに達する。枝はほぼ水平に輪生し、大きく丸い傘形の樹冠をつくる。葉は枝先に集まって互生し、長さ20～25cmの倒卵形の広葉で、革質で光沢がある。

成長：適潤の砂質壤土を好み、成長は速い。

根系：中間性で支持力は中程度である。

利用：公園樹、道路緑化樹、緑陰樹。

台風時の潮風反応：被害は葉縁または葉身全体に及び、壊死、凋萎を起し、新梢の枯下がりも認められる。被害葉の落脱は速い。被害後の新葉の展開は比較的速い。



写真-1.20 コバテイシの倒木

(8) ガジュマル

形態：常緑高木で、樹高は20mに達する。幹から気根を発生させ、地面に達すると支持根となる。傘形の樹冠をつくるが、植栽環境によって著しく変える。葉は互生で、革質、長さ5～8cmの長楕円形～倒卵形の広葉である。

成長：適湿潤の砂質壤土を好み、成長は速い。

根系：浅根性であるが水平根の発達により支持力は大きい。

利用：公園樹、道路緑化樹、防潮防風樹、生垣樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、壊死、凋萎を起し、新梢の枯下がりも認められる。被害葉は比較的速い時期に落脱するが、枯損枝は長く付着する。新葉は被害をまぬがれた枝条の節につくが、被害後なかなか出芽せずに、展開に時間がかかる。



写真-1.21 ガジュマルの倒木

(9) ソウシジュ

形態：常緑高木で、樹高は15m程度になる。枝が広がり球形の樹冠をつくる。一見して葉に見えるのは葉柄にあたるもので、互生し長さ8～10cmの披針形で革質。本当の葉は羽状複葉ですぐに落ちる。



写真-1.22 ソウシジュの傾木

成長：弱乾性の砂質壤土～壤土を好み、成長は極めて速い。

根系：深根性。

利用：公園樹、道路緑化樹、防風樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、壊死、凋萎を起こし、新梢の枯下がりが見られる。被害葉の落脱は早いが見損枝は長く残存する。新葉の展開は比較的速い。

(10) カンヒザクラ

形態：落葉高木で、樹高 10 m 程度になる。枝を広げて傘形の樹形をつくる。葉は互生し、長さ 8 ～ 12cm の楕円形で膜質の広葉である。

成長：酸性土の陽光地を好み、成長は普通である。

根系：中間性で水平根が発達する。支持力は中程度。

利用：公園樹、道路緑化樹。

台風時の潮風反応：夏期に生理的落葉を始めるため、通常は影響を受けにくいが見損している場合は壊死・凋萎を起こしやすい。被害後の新葉の展開は比較的速い。



写真-1.23 カンヒザクラの倒木

(11) テリハボク

形態：常緑高木で、樹高 20 m に達する。幹が曲がりやすく樹形も乱れやすい。葉は対生して、厚革質、長さ 9 ～ 18cm の長楕円形の広葉で、表面に光沢がある。

成長：海浜地に多く生育しており、砂壤土を好んでやや遅い。

根系：深根性で支持力は大きい。

利用：公園樹、道路緑化樹、防潮防風樹。

台風時の潮風反応：被害は潮風を直接受けた部位に限られ、葉の周辺部 1/3 程度まで壊死が生じる程度である。新葉の展開は比較的速いが被害葉は長く残存する。



写真-1.24 センダンの倒木

(12) センダン

形態：落葉高木で、樹高 20 m 程度に達する。枝を広げて傘形の樹形をつくる。葉は互生し、長さ 40 ～ 50cm の 2 ～ 3 回奇数羽状複葉。葉柄は 10 ～ 30cm で、小葉は長さ 3 ～ 6cm の卵状楕円形の広葉である。

成長：弱湿性の砂質壤土を好み、成長は速い。

根系：中間性で水平根の発達が悪い。

利用：公園樹、道路緑化樹、緑陰樹。

台風時の潮風反応：被害は葉身全体に及び、壊死・凋萎を起こし、直ちに落葉する傾向がある。潮風を直接受けた面は側枝の折損を生じるが、他の部位の被害は認められない。



写真-1.25 ココヤシの傾木

(13) ココヤシ

形態：大型のヤシで、高さ 25 m 程度に達する。単幹で直立

し、頂部に大型で長さ4～5mの羽状葉を15～30枚叢生し、四方に広げる。小葉は、長さ1mに達し、披針形で多数あり、革質。

成長：肥沃な砂質壤土を好み、成長は普通である。

根系：幹の基部から密に分岐して浅根性である。発根量が多く支持力は大。

利用：公園樹、道路緑化樹。

台風時の潮風反応：被害は小葉の葉縁または葉身全体に及び、壊死を生じ、ひどい場合は羽軸にまで被害が及ぶ。被害の程度が小さい場合はそのまま生育活動が続けるが、羽軸まで及んだり折損したりするとそのまま枯死に至る。被害葉は長期間残存する。

(14) タビビトノキ

形態：幹は直立し、高さ20m程度に達する、常緑の大型樹である。葉はバナナ状で2列に生じ、扇形をつくる。葉の長さは2.5m程度で、葉柄は長い。そのため風を受けやすく、強風時に折れやすい。

成長：肥沃で排水の良い土壌を好み、成長はやや遅い。

根系：データなし。

利用：公園樹、道路緑化樹。

台風時の潮風反応：データなし。



写真-1.26 タビビトノキの葉折れ

(15) ビロウ

形態：高さ15m程度に達するヤシである。単幹で直立し、葉は茎頂からのみ出芽し、1～2mの葉柄の先に、直径1～2mの扇形～半円形の掌状葉をつける。葉身はほぼ中央までに深裂し、裂片はさらに深く2裂する。裂片は下垂する。

成長：耐乾性で日陰でも良く生育する。成長は普通である。

根系：幹の基部から密に分岐して浅根性である。発根量が多く支持力は大。

利用：公園樹、道路緑化樹。

台風時の潮風反応：掌状葉のため小葉の先端部から小葉基部近くまで壊死を生じやすい。被害葉は、そのまま生育を続けるため落葉しない。新葉の急激な展開はない。

(16) インドゴムノキ

形態：常緑高木で、樹高30m程度に達する。枝を広げて傘形の樹形をつくる。葉は、長さ25～30cmの長楕円形、革質で光沢がある。托葉は大型で淡紅色、新葉が開くと落下する。

成長：適潤で肥沃な土壌を好むが、耐乾性があり、粘性土にも耐える。成長は速い。

根系：浅根性で分岐が多い。

利用：公園樹、道路緑化樹、緑陰樹、防潮防風樹。

台風時の潮風反応：潮風を直接受けた部位は葉身全体が壊死・凋萎を起し大部分が脱落しているが、それ以外の部位では葉縁に壊死を生ずる程度で引き続き生育している。新梢は潮風を受けた部位ほど大きく枯下がりを起こしている。新梢の展開は比較的速い。



写真-1.27 インドゴムノキの倒木

4.3 植栽基盤の整備不良

街路樹の被害においては、植栽地形状が植栽樹で最も多く、また植栽地幅では2m未満が多かったことから、植栽基盤が小さく根系が四方への伸長を制限されるほど被害が多く発生すると考えられた(写真-1.28)。また、植栽後の経過年数が短く、形状が小さい樹木での被害が多かったことから、植栽基盤の質(物理性、化学性)が不良で根系伸長が不十分となっていることが発生要因となっていると考えられる(写真-1.29)。



写真-1.28 植栽地形状(植栽樹)が非常に狭小で根系伸長が制限された倒木(フクギ)



写真-1.29 植栽基盤の整備不良により根系伸長が少ない倒木(インドゴムノキ)

4.4 支柱の整備不良

実態調査の結果から、倒木に対する支柱の効果がある程度は認められるとともに、支柱が設置されていることで被害を傾木の段階でとどめる効果があることが推察された(写真-1.30)。

しかし、支柱の有無によって被害の発生に明確な差がなかったことから、樹木の大きさに適した支柱の選択や、活着して根系が十分に伸長するまでの維持管理が適切でないことが被害の発生要因として考えられる(写真-1.31)。



写真-1.30 支柱の設置による倒木防止(アカツユ)



(結束不良による倒木・コバテイシ)



(支柱材の腐朽による倒木・フクギ)



(固定不良による倒木・ヨウテイボク)



(結束不良による損傷・ブラシノキ)

写真-1.31 支柱の整備不良による台風被害

4.5 樹木の腐朽

現地において倒木等の被害木の生育状況を調査した結果、幹や根系に腐朽があることが多く確認され、幹や根系の腐朽が発生要因となる（写真-1.32、1.33、1.34）。



写真-1.32 幹の腐朽による幹折れ（上：オオハマボウ、下：アメリカデイゴ）



写真-1.33 根系の腐朽による倒木（上：カンヒザクラ、下：インドゴムノキ）



写真-1.34 草刈り時の傷害が原因の腐朽による倒木（ヤエヤマヤシ、右：隣接樹木の傷跡）