

### 3.3.12 公園緑地分野

#### (1) 被害調査

東日本大震災により、東北から関東地域の沿岸部にある公園緑地では、津波や液状化により、甚大な被害が生じた。

国総研は、津波被害の実態を把握するため、平成23年4月15～16日にかけて、国土交通省都市局公園緑地・景観課とともに、宮城県と岩手県の沿岸部にある公園緑地において現地調査を実施した。その後、平成23年6月23～24日には、塩害による樹木の生育阻害を確認するため、宮城県の公園緑地を追跡調査した。

津波被害においては、公園緑地にある建築物や遊具などの施設や舗装、標識等が損壊や浸水被害を受けたことを確認した（写真-3.3.12.1参照）。

また、公園内に植栽された樹木や防潮林では、倒伏や折損が生じて流出に至る被害が見られるとともに（写真-3.3.12.2参照）、残存している樹木では、一部の樹種に海水による塩害、重油の付着による枯死および樹勢衰退が認められた（写真-3.3.12.3参照）。



(a) 単木（岩沼市）



(b) 防潮林（東松島市）

写真-3.3.12.2 樹木の倒伏、折損



(a) 施設の損壊



(a) 塩害による枯死



(b) 遊具の損壊

写真-3.3.12.1 公園施設の損傷（岩沼市）



(b) 重油の付着による樹勢衰退

写真-3.3.12.3 樹木の生育阻害（多賀城市）

また、国総研は、液状化による公園緑地における被害の実態を把握するため、平成23年4月6日に千葉県と茨城県を現地調査した。

地震時の地盤の液状化により、公園内の貯水槽などの埋設物が浮上する被害を確認した（写真-3.3.12.4参照）。さらに、噴砂によってトイレやベンチ等の構造物や樹木の下部が砂で埋没したり（写真-3.3.12.5参照）、広場等の地盤や園路に溝や不陸が発生していることを確認した（写真-3.3.12.6参照）。なお、噴砂による樹木生育への影響は認められなかった。



写真-3.3.12.4 液状化による貯水槽の浮上（浦安市）

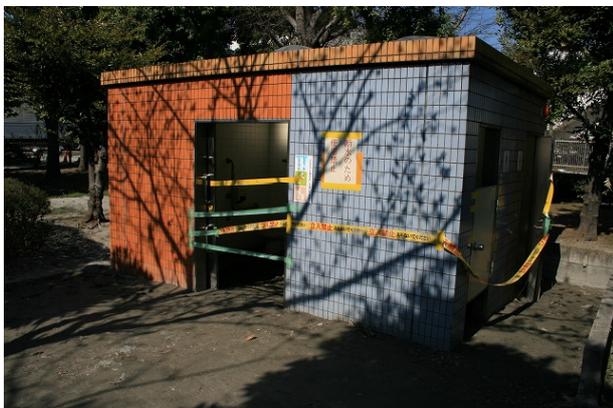


写真-3.3.12.5 噴砂によるトイレの埋没（浦安市）



(a) 広場に生じた溝



(b) 園路の不陸

写真-3.3.12.6 地盤の不陸（浦安市）



写真-3.3.12.7 樹林による漂流物の阻止（多賀城市）

## (2) 被害調査で確認された公園緑地の減災効果

被害調査において、公園緑地が津波等に対して被害を軽減する効果として、以下を確認した。

### 1) 樹木・樹林

樹木や樹林が、津波による漂流物の移動を阻止し、移動によって生じる二次的被害を軽減または防止した（写真-3.3.12.7参照）。

また、津波・高潮の波力を減殺して流速やエネルギーを低下させ、その破壊力を減少させた。写真-3.3.12.8は、海岸林がない場所と、ある場所（林帯幅が広い・狭い）における津波被害状況であるが、建物



写真-3.3.12.8 防潮林による波力の減水効果（石巻市）



写真-3.3.12.9 樹林による延焼防止効果 (石巻市)



写真-3.3.12.10 高盛土による避難場所 (仙台市)

の損壊状況からみた被害の大きさは、海岸林・なし>海岸林・狭い>海岸林・広い、という順になっていることが明瞭である。

さらに、地震で発生した火災において、延焼してきた火災の樹林地での焼け止まりがみられ、延焼防止の効果が確認された (写真-3.3.12.9参照)。

## 2) 高盛土

公園緑地内にある高盛土 (展望台) は、津波からの一時的な避難場所として効果が確認された。仙台市にある南蒲生海岸公園では、津波襲来時に公園内に残されたスタッフと来園者の計5人とペット2匹が、高盛土の頂上に設置された展望台 (標高15.89m) に避難し、当日中にヘリコプターで救出された (写真-3.3.12.10参照)。

## (3) 海岸林の被災要因調査

津波に対する減災効果を有する樹林地 (海岸林) について、被災地の樹木形状や植栽基盤を調査することにより被災要因を明らかにした上で、再生にあたっての樹木育成目標を整理した。

調査対象地は、津波被害を受けているものの樹木が残存している樹林地として、津波に被災した後に残存したマツと倒伏したマツが混在している、宮城県仙台市若林区井土地区にある「仙台自然休養林・浜辺の森 (海浜地区)」内の海岸林を選定した (図-3.3.12.1参照)。

調査は、津波被害の大きさが異なるA~Cの3つのブロックに分けて実施した。なお、この場所は17~19mの津波被害の報告があった海岸林<sup>1)</sup>であり、調査地内ではおおむね津波高の差はない。各ブロックの調

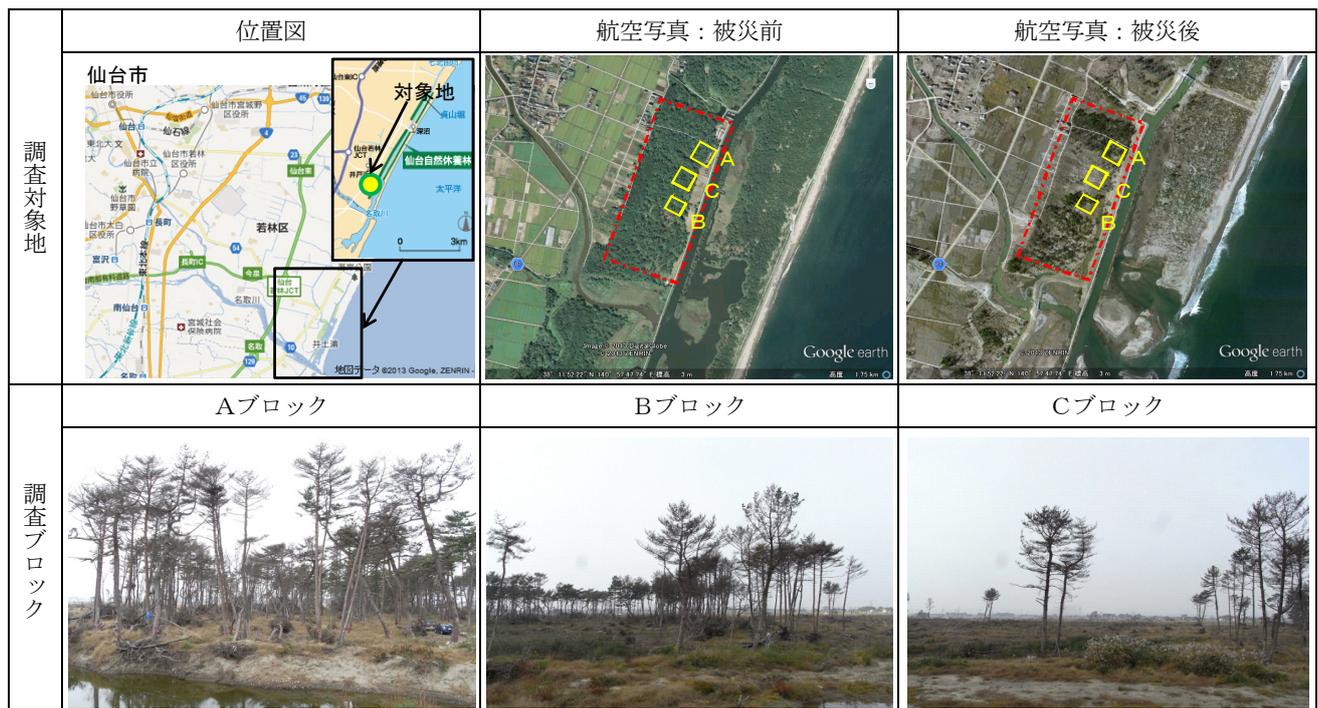


図-3.3.12.1 調査対象地 (出典、位置図：Google Map、航空写真：Google Earth)

表-3.3.12.1 調査面積と調査樹木本数

	面積	本数	被害
A	64.2m × 58.3m (3,743m <sup>2</sup> )	129(113)本	小
B	66.3m × 52.4m (3,474m <sup>2</sup> )	112(106)本	中
C	60.0m × 60.0m (3,600m <sup>2</sup> )	59(38)本	大

注)本数の括弧内は、マツ類のみ

査面積と津波で流出せずに残った樹木本数は表-3.3.12.1のとおりである。

### 1) 調査内容

津波の被災後、立っているあるいは傾斜している樹木を「残存型」、根系はそのまゝの状態です幹の部分折れた樹木を「折損型」、根系を持ち上げて倒伏しているあるいは根系が洗掘されて抜けた状態で倒伏している樹木を「倒伏型」として分類し、以下の調査を行った。

- ・ 樹木形状（樹高、胸高幹周、枝下高）
- ・ 根系（水平方向の幅、垂直方向の深さ）
- ・ 地盤高及び地下水位

### 2) 被害要因と樹木育成目標

#### a) 樹木形状

樹高が低いあるいは幹が細長い形状で、生きている枝葉からなる樹冠の割合が小さいマツは折損や倒伏を発生しやすいことが示唆された（図-3.3.12.2参照）。

そのため、今回のような津波に耐える樹木形状の育成目標としては、樹高約20m、胸高幹周約120cmで形状比（樹高／胸高直径）は70以下、さらに樹冠長率

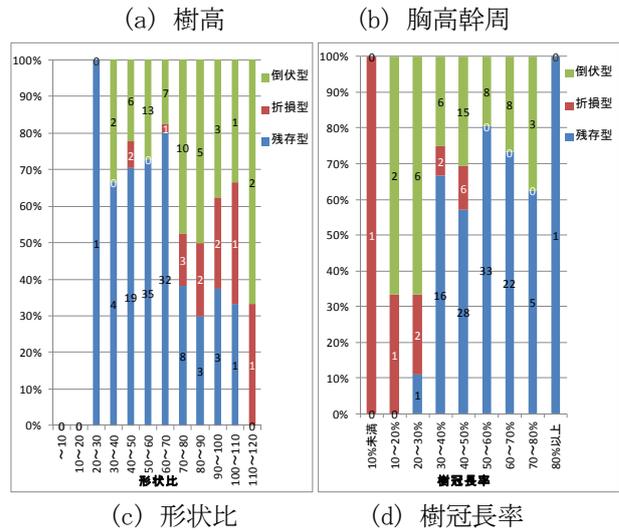
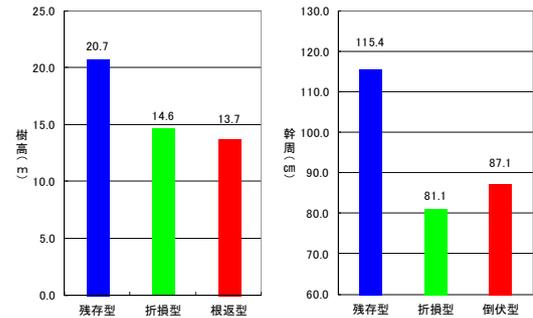


図-3.3.12.2 被害形態別の樹木形状

（枝葉がある樹冠の長さ／樹高×100）は30%以上が望ましいと考えられた。

#### b) 根系

倒伏した根系伸長の形態は、図-3.3.12.3示す4タイプに分類された。最も根量が多く根系の重心が低い位置にある「多出垂下根・二段水平根型」は倒伏に対する抵抗力が最も大きく、次いでマツの一般的な形態

根系タイプ	多出垂下根・二段水平根型	垂下根・水平根型	水平根型	多出垂下根型
	中径の複数の垂下根と水平根が発達しており、さらに垂下根の下部で水平方向に根系が伸長している	1~2本の太い垂下根と水平根が発達している	垂下根が全くなく、水平根のみ発達している	中径の複数の垂下根が発達しており、水平根はあまり発達していない
倒伏型				
残存型				なし

図-3.3.12.3 根系伸長の形態

である「垂下根・水平根型」の抵抗力が大きく、垂下根あるいは水平根が発達していない「水平根型」、「多出垂下根型」は前者の根系タイプに比較すると倒伏しやすい傾向がみられた。

根系の大きさと根系が支える地上部の関係を把握するために、胸高幹周に対する根系の大きさ（根系の形態が異なることから根鉢体積として算出）を被害形態別にみると、倒伏が発生する根鉢体積（ $m^3$ ）の閾値として、胸高幹周（ $m$ ）に10を乗じた数値が示され、この値に達しない場合に倒伏が発生していることがわかった（図-3.3.12.4参照）。

そのため、根系の育成目標としては、(a)で示した胸高幹周約120cmのマツを想定した場合、約 $12m^3$ の根鉢体積を確保するように根系伸長を促すことが望ましいと考えられた。なお、倒伏の抵抗力を大きくするためには樹体の重心をできる限り低くすることが重要であり、そのためには垂下根をできる限り深く伸長させることが求められる。

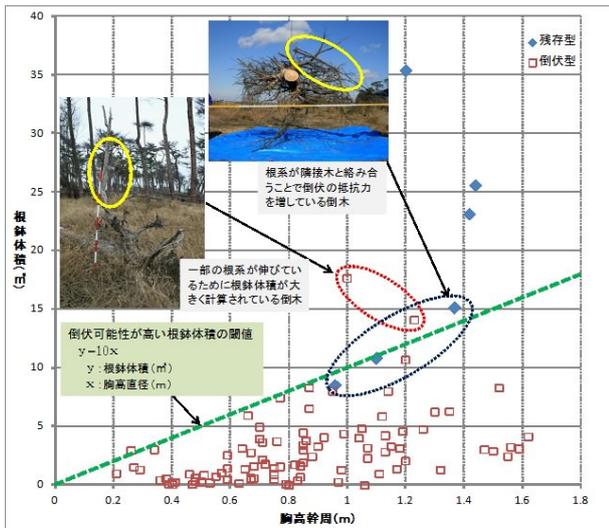


図-3.3.12.4 被害形態別の根鉢体積と胸高幹周の関係

#### c) 地盤高及び地下水位

被害形態と標高の関係では、標高0.4m程度では倒伏型と折損型が多く残存型が少ないが、標高1.6mまで徐々に高くなるにつれて残存型が増え、標高1.6mを超えると倒伏型と残存型に差がなくなった。

また、根系伸長と地下水位の関係では、地下水位が深いほど垂下根が深くまで伸長し、逆に地下水位が浅い位置にあるほど水平根が広く伸長していた。

そのため、植栽基盤の整備における地盤高は垂下根が深くまで良好に発達できるように最低でも1.5m以上を確保することが重要であり、さらに、垂下根が

地下水により伸長阻害を受けて二段目の水平根が発根していたことを考慮すると2.0m程度までは必要であると考えられた。

#### (d) まとめ

以上を総合すると、津波の浸水高20m程度を想定した場合の倒伏被害に強い海岸林としてマツを育成する目標樹形としては、樹高20m以上、胸高幹周120cm以上、形状比70以下、樹冠長率30%以上が設定された。

また、この樹形に対する地下部の根系伸長の育成目標は、根鉢体積 $12m^3$ となる根系伸長量（例えば水平根：4m以上、垂下根：1.5m以上）が設定された。

さらに、この根系伸長を確保するためには、植栽基盤として地下水の影響を受けない2.0m以上の土層厚を確保することが望ましいと考えられた（図-3.3.12.5参照）。

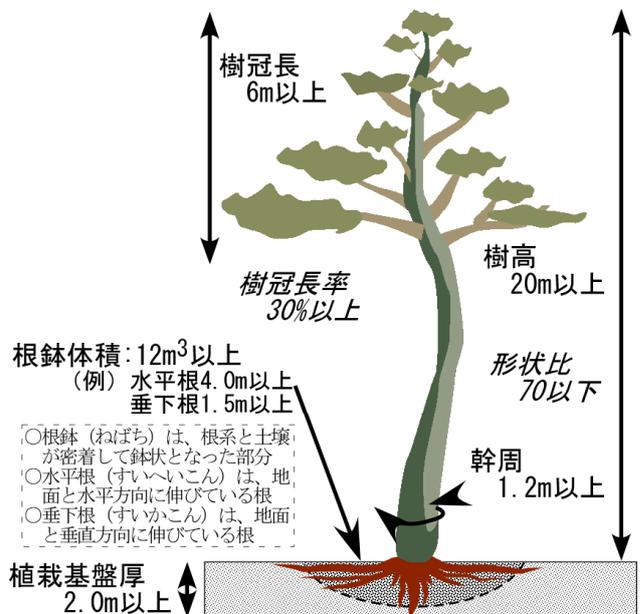


図-3.3.12.5 津波の倒伏被害に強いマツの育成目標

#### (4) 復旧対策対応

国土交通省は、地方公共団体による被災都市の復興まちづくり計画の検討や、復興事業における公園緑地の計画・設計等の技術的資料をとりまとめるため、表-3.3.12.2に示す造園、都市計画、津波災害、土木工学、環境地盤工学等の専門家から構成される「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備検討委員会」を設置し、平成23年8月から平成24年2月にかけて4回にわたる委員会を開催した。この委員会には、国総研から緑化生態研究室長が参画し、公園緑地の整備等における技術的な資料提供や助言を行った。

本検討委員会では、被災都市における復興まちづく

表-3.3.12.2 東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備検討委員会の委員構成

委員長	輿水 肇	明治大学 農学部 農学科 教授
委員	石川 幹子	東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻 教授
	勝見 武	京都大学大学院 地球環境学 社会基盤親和技術論分野 教授
	越村 俊一	東北大学大学院 工学研究科 災害制御研究センター 准教授
	小橋 秀俊	(独) 土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員
	坂本 知己	(独) 森林総合研究所 気象環境研究領域 気象害・防災林研究室 室長
	中村 晋	日本大学 工学部 土木工学科 教授
	濱野 周泰	東京農業大学 地域環境科学部 造園科学科 教授
	宮城 豊彦	東北学院大学 教養学部 地域構想学科 教授
	横張 真	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 自然環境学専攻 教授
オブザーバー	渡邊 健治	岩手県 県土整備部 都市計画課 総括課長
	櫻井 雅之	宮城県 土木部 都市計画課長
	芳賀 英次	福島県 土木部 まちづくり推進課長
	佐々木 亮	仙台市 建設局 百年の杜推進部 公園課長
行政委員	舟引 敏明	国土交通省 都市局 公園緑地・景観課長
	椰野 良明	国土交通省 都市局 公園緑地・景観課 緑地環境室長
	新田 敬師	国土交通省 都市局 公園緑地・景観課 公園緑地事業調整官
	松江 正彦	国土交通省 国土技術政策総合研究所 緑化生態研究室長

表-3.3.12.3 「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」の目次構成

第1章	検討の趣旨
第2章	東日本大震災による津波被害の概要
第3章	公園緑地整備に関する基本的考え方
	Ⅰ. 復興まちづくりの考え方
	Ⅱ. 東日本大震災の教訓を踏まえた公園緑地等の機能
	Ⅲ. 復興まちづくりにおける公園緑地等計画の基本的考え方
	Ⅳ. 公園緑地の計画・設計等の考え方
第4章	公園緑地の整備における災害廃棄物の活用に関する基本的考え方
	Ⅰ. 災害廃棄物の処理及び有効活用に関する動き
	Ⅱ. 東日本大震災における災害廃棄物の概要
	Ⅲ. 災害廃棄物の処理スケジュール
	Ⅳ. 公園緑地の整備における災害廃棄物の活用
	Ⅴ. 植栽基盤

表-3.3.12.4 「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」の参考資料

参考資料1	津波災害に強いまちづくりにおける公園緑地の整備関連資料
参考資料2	公園緑地の整備における災害廃棄物の活用関連資料
参考資料3	公園緑地の整備における盛土へのコンクリートくずの活用手順（案）
参考資料4	公園緑地の整備における盛土への津波堆積物の活用手順（案）
参考資料5	植栽基盤の整備手順（案）

り計画、事業計画等の検討・実現の参考となる最終報告として、「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」をとりまとめた（表-3.3.12.3参照）。また、技術的指針の参考資料として、本指針の根拠となる現地調査や工学的検証等の結果を示した「技術資料」や「関連資料」、災害廃棄物の有効活用のための「関連資料」、「活用手順（案）」等を取りまとめた（表-3.3.12.4参照）。

#### 参考文献

- 1) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ、東北地方太平洋沖地震津波情報、2012  
<http://www.coastal.jp/ttjt/>

#### 参考になるホームページアドレス

- 1) 国土交通省報道発表資料：『東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針』  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi10\\_hh\\_000097.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi10_hh_000097.html)