

現地試験に基づく東北地方太平洋沖地震津波被災域における黒松の特性

秋田大学 学生員 星 孟志 秋田大学 正 員 松富英夫
静岡大学 正 員 原田賢治 秋田大学 学生員 決得元基

1. はじめに 2011 年東北地方太平洋沖地震津波では、三陸の海岸林は壊滅的であったが、仙台の海岸林はある程度の津波減勢効果を発揮した¹⁾。今後海岸防災林を津波減勢の目的で積極的に活用していくためには、その特性を十分に知っておく必要がある。本研究は海岸林の代表である黒松の特性と被害条件（倒伏、抜根、折損）を現地試験に基づいて論じる。

2. 現地試験 海岸黒松の特性と被害条件に関する現地試験は岩手県の宮古市田老向山（2011.12.6～9 (Case 1～13)、津波被災後に枯死）と山田市船越浦の浜（2012.5.11～13 (Case 14～26)、6.15～17 (Case 27～46)、津波被災後も生存）で行った。両試験地の地盤は主に砂質で、地震による地盤沈下量は一等水準点とともに 0.4 m 程度²⁾、試験期間中の日最大と日最小の潮差（宮古）は 127 cm と 67 cm である³⁾。



図-1 試験地(上段:宮古市, 下段:山田町)

測定項目はワイヤー、滑車とパワーショベルにより樹木へ载荷する水平力 F 、樹木の水平変位、樹高 H 、胸高直径 D 、抜根時の根部の深さ h_R と幅（長軸と短軸の 2 方向）、根部の平面積 A_R ($=$ 長軸長 $\times$ 短軸長)、体積 V_R ($=A_R \times h_R$)、水平力载荷樹幹部の比重 S 、地下水面から地表面までの高さ h_G である。記号の定義を図-2 に示す。力は引張型荷重計で測定した。水平変位は 10 cm 間隔に目盛った測量ポールを試験樹木のそばに設置し、载荷重毎に撮影した写真から判読した。

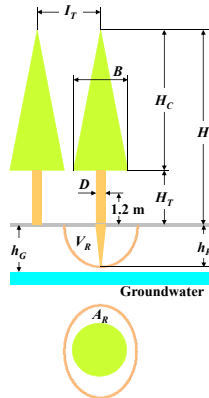


図-2 記号の定義

3. 試験結果 試験黒松の樹齢（年輪から判定）は 60～70 年、樹高は 21 m 程度、胸高直径は 0.22～0.49 m 程度（図-3）、比重は 0.8 程度（枯死したものはやや小さい）である。図-4 から根部の最深点は地下水面下 0.1～1.3 m に達していると判断される。根部のこの深さについては地震後の地盤沈下量（0.4 m 程度）や地盤種別、潮差、地表面位置の判断ミスによる測定誤差（0.2～0.4 m 程度）などを考慮する必要がある。図

-4 中に示したように、地震後の地盤沈下量と測定誤差を考慮するだけで地下水面から地表面までの高さが 0.4～0.8 m 程度改善され、根部の深さと同程度の高さになる。

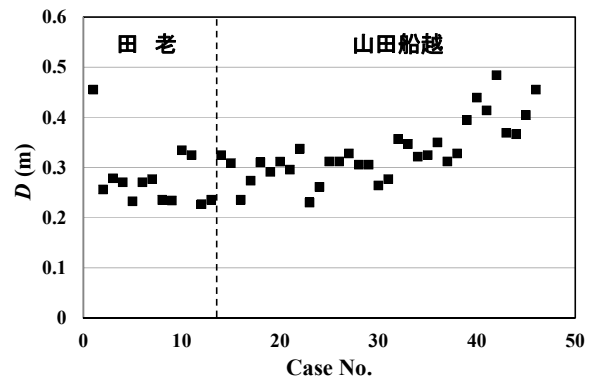


図-3 試験黒松の胸高直径 D

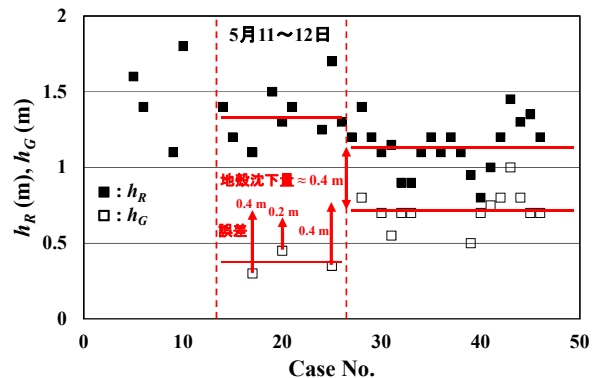


図-4 根部深さ h_R と地下水面から地表面までの高さ h_G

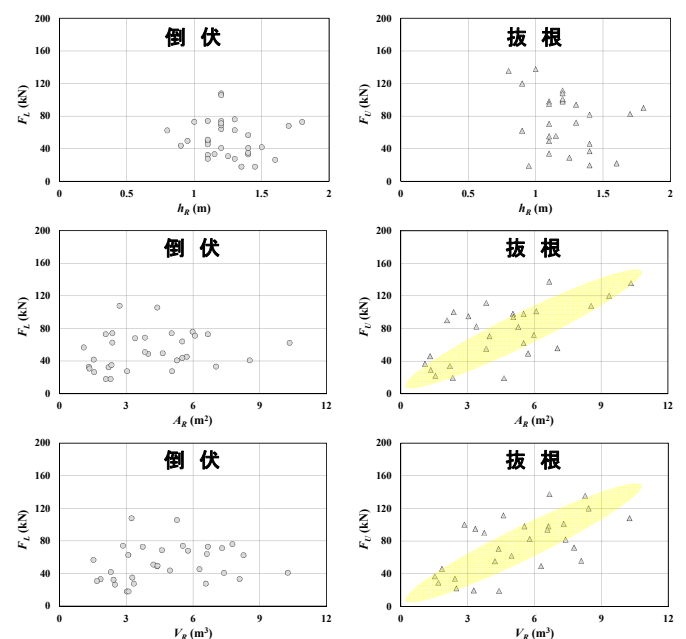


図-5 根部諸量と水平力 F の関係

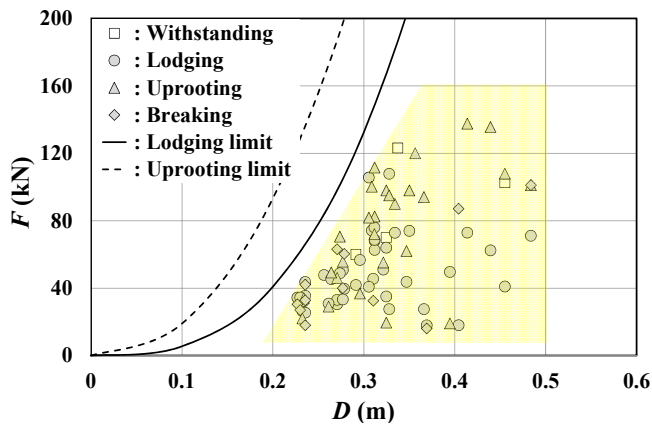


図-6 胸高直径 D 、水平力 F と被害形態の関係

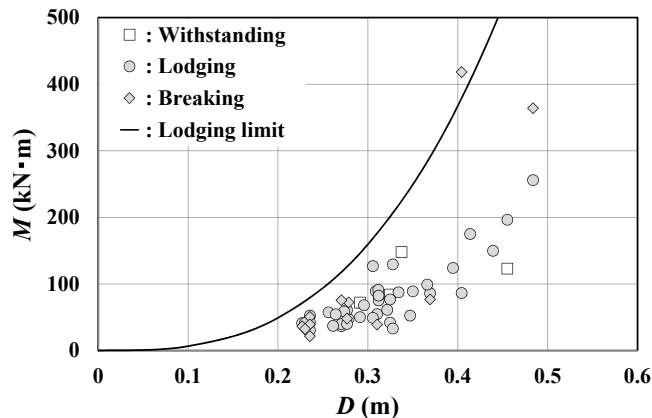


図-7 胸高直径 D 、モーメント M と被害形態の関係

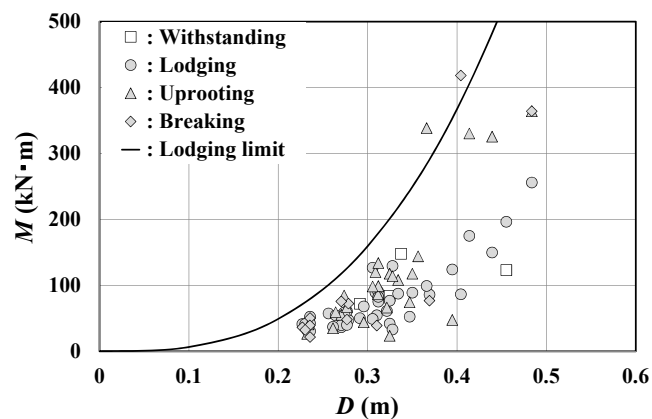


図-8 胸高直径 D 、モーメント M と被害形態の関係

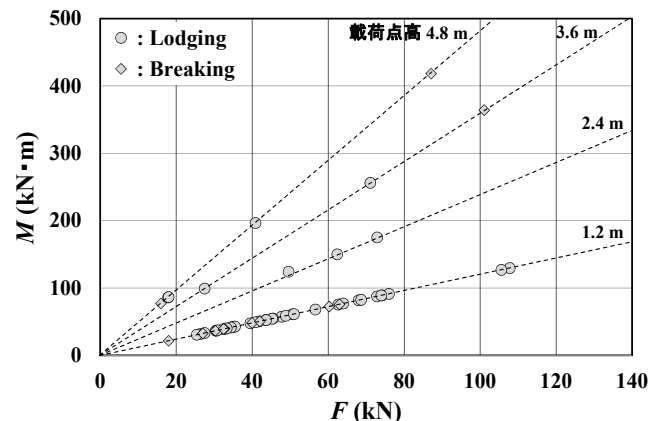


図-9 水平力 F 、モーメント M と被害形態の関係

図-5 にはそれぞれ根部諸量と水平力 F (F_L : 倒伏耐力, F_U : 抜根耐力) の関係を示す. この図から, 1 次元よりも 3 次元の情報というように情報量が多いほど,

また抜根耐力の方が, 根部諸量と力の相関が高い.

図-6~9 に胸高直径 D 、水平力 F 、モーメント M と被害形態 (持ち堪える (Withstanding): □, 倒伏 (Lodging): ●, 抜根 (Uprooting): ▲, 折損 (Breaking): ◆) の関係を示す. 図-6~8 にはインドネシアの Sea Casuarina に対する現地試験に基づいた倒伏 (実線) と抜根 (破線) の上限条件⁴⁾も示してある. 図-8 には抜根耐力×力の载荷点高さとして評価した抜根時の仮想モーメントのデータが含まれている. これらの図から, ①平均的に抜根耐力 ($\sim 430D^{1.7}$) > 折損耐力 ($\sim 170D^{1.2}$) > 倒伏耐力であるが, 胸高直径毎の上限耐力はどの被害形態でもほぼ同じである, ②この上限耐力は Sea Casuarina の上限倒伏耐力の 8 割程度である, ③抜根耐力が倒伏耐力より小さい場合が少なからずある, ④平均的に折損モーメント ($\equiv$ 抜根時の仮想モーメント) ($\sim 3500D^{3.2}$) > 倒伏モーメント ($\sim 920D^{2.2}$) であることが判る. ①と④の大小関係は現段階での最小二乗法による近似曲線結果に基づいている. ②には試験データ (胸高直径) 範囲の違い, 樹冠部の豊かさ, 気象 (特に風) が原因しているかもしれない. ③には地下水位を含めた地盤条件の他に, 倒伏段階で横方向 (地表面とほぼ平行方向) に張った主要な根の破断が理由として考えられる.

4. おわりに 主な結果は次の通りである. ①被害形態による被害条件の違いは力の観点よりもモーメントの観点でよりよく認められ, 平均的に折損モーメント > 倒伏モーメントである. ②力の観点での被害形態による被害条件の違いは平均的に抜根耐力 > 折損耐力 > 倒伏耐力であるが, 胸高直径毎の上限耐力はどの被害形態でもほぼ同じであった. ③各被害条件の普遍的表示は現段階では難しい.

今後とも荷重载荷点高などの条件を変えるとともに (図-9), 地盤条件を考慮した一層の現地試験が必要である.

謝辞: 科研費 (基盤研究(C)) (松富英夫) と北東北国立 3 大学連携推進研究費 (堺 茂樹) の補助を受けた. 現地試験では岩手県から御理解と御協力をいただいた. 特に, 農林水産部森林保全課 千葉一弘氏と宮古農林振興センター 多田広之氏にお世話になった. 謝意を表する.

参考文献

- 1) 松富英夫・山口枝里子・直江和典・原田賢治: 東北地方太平洋沖地震津波における鉄筋コンクリート造建物と海岸黒松の被害条件, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.68, No.2, pp.351-355, 2012.
- 2) 国土地理院: <http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun60008.html>, 2011.04.14 参照.
- 3) 気象庁: <http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php?stn=MY>, 2012.07.20 参照.
- 4) 松富英夫・原田賢治・A. Bagyo WIDAGDO・Subandono DIPOSAPTONO: Casuarina の倒伏・抜根条件と 2010 年 Mentawai 地震津波でのその検証, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.67, No.2, pp.301-305, 2011.