

力の作用高さ、生存・枯死、生育場所からみた海岸黒松の津波耐力

秋田大学 学生員○嶋澤明志 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 秋田大学 学生員 嶋津 朋

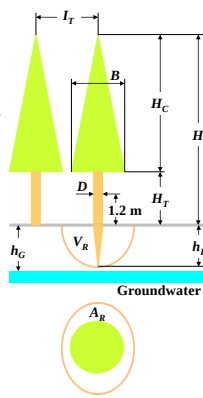
1. はじめに 2011 年東北地方太平洋沖地震津波では、三陸の海岸林は壊滅的であったが、仙台の海岸林はある程度の津波減勢効果を発揮した¹⁾。今後海岸防災林を津波減勢の目的で積極的に活用していくためには、その特性を十分に知っておく必要がある。本研究は海岸林の代表である黒松の特性と被害条件（倒伏、抜根、折損）に関する現地試験データを水平力の作用（载荷）高さ、生存・枯死、生育場所の観点から解析し、海岸黒松の津波耐力に関する特性を多面的に論じる。

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（2011.1 2.6～9 (Case 1～13) . 津波被災後に枯死）と山田市船越浦の浜（2012 5.11～13



図-1 試験地(上段:宮古市, 中段:山田市, 下段:普代村)

(Case 14～26), 6.15～17 (Case 27～46). 津波被災後も生存)と普代村9地割銅屋(2013.8.19～21(Case 47～59). 津波被災後に枯死)で行った。試験地の遠景を図-1に示す。試験樹木には水平力の载荷高さ（地表面から 1.2, 2.4, 3.6, 4.8 m）が異なるものがあるとともに、生存木もあれば、枯死木もある。河川そばの礫混じりの砂地盤（田老字向山, 9地割銅屋）、図-2 記号の定義部汀線そばの砂地盤（船越浦の浜）のものもある。これら地域の地震による地盤沈下量は一等水準点で 0.4 m 程度³⁾、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（2012 年分調査のみ）⁴⁾。



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×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（(株)東京測器研究所、定格容量 100 kN (Case 1～26), 200kN (Case 27～59)) で測定した。力の载荷点は基本的に地表面から高さ 1.2 m の胸高直径測定部 (Case 39～41, 47～49, 51～59 は 2.4 m, Case 42, 44 と 50 は 3.6 m, Case 43, 45, 46 は 4.8 m) である。

3. 試験結果 図-3～7 に被害形態（持ち堪える (Withstanding): □, 倒伏 (Lodging): ●, 抜根 (Uprooting): ▲, 折損 (Breaking): ◆) 毎に力の作用高さ、生存・枯死、生育場所の違いによる水平力 F とモーメント M に関する被害条件の傾向差を示す。図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⁵⁾も示してあ

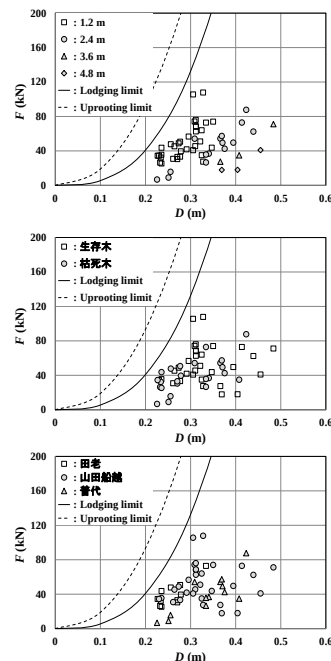


図-3 胸高直径 D 、水平力 F と被害形態の関係 (Lodging)

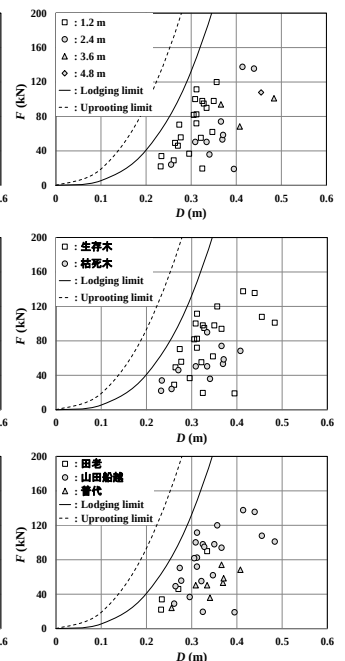


図-4 胸高直径 D 、水平力 F と被害形態の関係 (Uprooting)

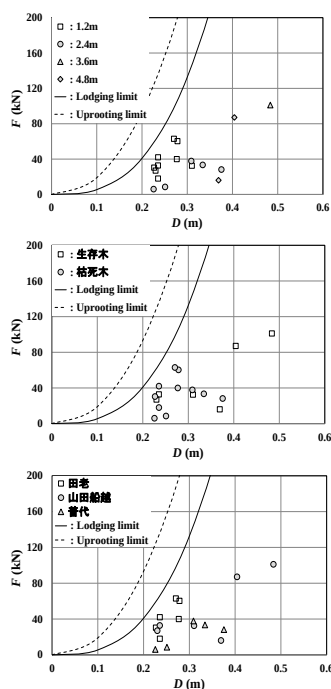


図-5 胸高直径 D 、水平力 F と被害形態の関係 (Breaking)

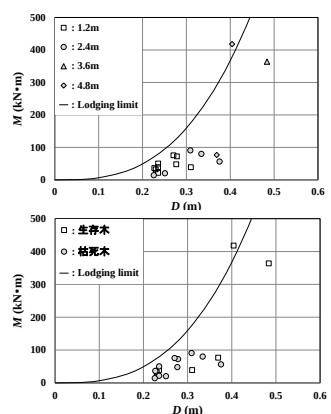


図-6 胸高直径 D 、モーメント M と被害形態の関係 (Lodging)

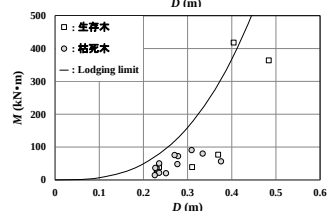


図-7 胸高直径 D 、モーメント M と被害形態の関係 (Breaking)

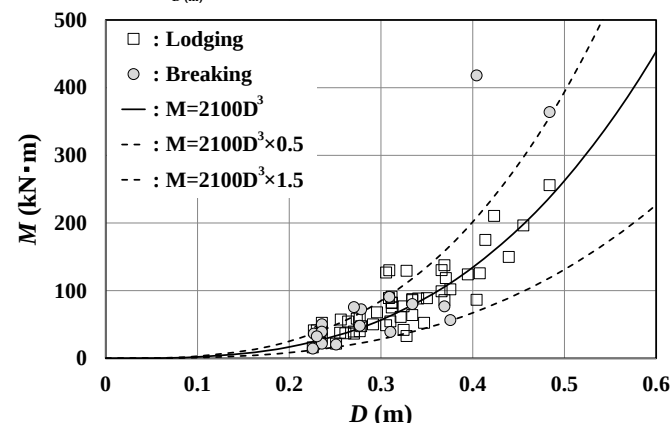


図-8 胸高直径 D 、モーメント M と被害形態の関係 (回帰式) 図から、水平力で被害条件をみた場合はデータの分散が大きく、作用点高さが低いほど水平力が大きいことが判る。

図-3～5 を生育場所でみたとき、田老における水平力が大きくみえるが、作用点高さを 1.2 m に固定しているた

めである。モーメントで被害条件をみた場合は水平力のときよりデータの分散が小さく、力の作用点高さ、樹木の生存・枯死、生育場所による差はあまり認められないことが判る。

図-8 に胸高直径 D とモーメント M の関係回帰曲線 (実線) を示す。本図では抜根のデータは除いている。破線は回帰曲線の値を 0.5 と 1.5 倍したときのものである。図から、ほとんどのデータが回帰曲線から 5 割の偏差内に含まれることが判る。

4. おわりに 主な結果は次の通りである。

- ①黒松が各種被害に至る水平力はその作用高さに大きく依存し、作用高さが低いほど、各種被害形態の被害水平力は大きくなる。
- ②本研究の現地試験では、黒松の生存木と枯死木の耐力に大差はなかった。
- ③本研究の現地試験では、生育場所の違いによる黒松の耐力に大差はなかった。
- ④黒松が各種被害に至るモーメントデータの分散は水平力のときより小さく、水平力の作用高さ、樹木の生存・枯死、生育場所による差、倒伏と折損の被害条件の差 (折損モーメント > 倒伏モーメント⁶⁾) はあまり認められなかった。
- ⑤倒伏と折損モーメントデータに対する平均的な回帰式として $M=2100D^3$ を提案した。また、ほとんどのデータが提案式の 0.5～1.5 倍の中に包含された。

謝辞：本研究を実施するにあたり科学研究費 (基盤研究 (C), 21510187, 24510244) (代表：松富英夫) と北東北国立 3 大学連携推進研究プロジェクト (代表：堺茂樹) の補助を受けた。現地試験では岩手県農林水産部森林保全課 千葉一弘氏、宮古農林振興センター 多田広之氏と県北広域振興局林務部森林保全課 野場英義氏にお世話になった。ここに記して謝意を表する。

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，土木論文集 B2 (海岸工学)，Vol.68, No.2, pp.351-355, 2012.
- 2) 松富英夫・大沼康太郎・今井健太郎：植生域氾濫流の基礎式と植生樹幹部の相似則，海岸工学論文集，第 51 巻，pp.301-305, 2004.
- 3) 国土地理院：http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun60008.html, 2011.04.14 参照。
- 4) 気象庁：http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php?stn=MY, 2012.07.20 参照。
- 5) 松富英夫・原田賢治・A. Bagyo WIDAGDO・Suban dono DIPOSAPTONO：Casuarina の倒伏・抜根条件と 2010 年 Mentawai 地震津波でのその検証，土木論文集 B2 (海岸工学)，Vol.67, No.2, pp. 301- 305, 2011.
- 6) 松富英夫・原田賢治・星孟志・齋藤可織・決得元基：現地試験に基づく東北地方太平洋沖地震津波浸水域における黒松の特性と被害条件，土木論文集 B2 (海岸工学)，Vol.69, No.2, pp.416-420, 2013.