

津波減勢に活用される日本とインドネシアの海岸樹木の特性比較

秋田大学 学生員 齋藤可織
秋田大学 正 員 松富英夫

1. はじめに 東北地方太平洋沖地震津波により大被害を経験した広い低平地を有する仙台市は今後も津波の二次的な減勢手法として海岸林の活用を考えている。海岸林を津波減勢の目的で積極的、計画的に活用する場合はその特性を十分に知っておく必要がある。

本研究はインドネシアと日本の津波減勢林の代表樹種であるCasuarina (Sea Casuarina, Shrimp Casuarina) と黒松 (図-1) の特性比較を現地調査や現地試験に基づいて行い、津波減勢樹木の性能把握を目的とする。

2. 現地調査と現地試験 Casuarinaの現地調査と現地試験は2009～2011年にかけてスマトラ島中部西岸とジャワ島中部南岸、黒松の現地調査と現地試験は2011～2012年にかけて岩手県久慈から福島県南相馬の海岸で実施した。主な調査や測定項目は樹木への載荷水平力 F 、樹木の水平変位、樹高 H 、樹幹高 H_T 、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)、水平力載荷樹幹部の比重 S 、地下水面から地表面までの高さ h_G である。樹木幾何諸元の定義を図-2に示す。

3. 幾何特性 図-1に示すように、3樹種の樹冠部の形状や葉の密生度、樹幹高は大きく異なる。図-3に胸高直径 D と樹高 H の関係を示す。Sea Casuarinaは30 m強、Shrimp Casuarinaは10 m強、黒松は25 m程度で樹高が頭打ちである。東北地方太平洋沖地震津波のとき、陸前高田の黒松(植生密度¹⁾ $\kappa=0.65\%$ 、 $D=0.27\sim0.87$ m)は11.6 m程度の浸水深で、水没はしなかったが、2本を除いた全てが倒伏、抜根や折損した。この事実や図-1と3から、津波減勢効率は3樹種中ではShrimp Casuarinaが一番よいと推定される。

図-4に黒松の胸高直径と樹高、被害有無(Damaged, Withstood)の浸水深 h の関係を示す²⁾。図中のデータは津波に持ち堪えた黒松であり、津波先端部の衝撃的波力による最前列樹木の被害を除けば³⁾、黒松は樹高の36%以下の浸水深では確実に持ち堪えるようである。

図-5～7に胸高直径と根部諸量の関係を示す。各図中には樹種毎の暫定的な回帰曲線が示されている。ただし、根部の深さ h_R については D^1 に比例するとして回帰線を求めている。これらの図から、根部の特性はSea CasuarinaとShrimp Casuarinaは同傾向で、黒松とは異なることが判る。また、根部諸量は相対的に黒松のものより大きい傾向であることも判る。これには試験データ(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。

4. 力学特性 図-8に胸高直径と合成弾性係数 E の関係を示す。胸高直径が大きくなる(樹齢を重ねる)に



図-1 対象の海岸樹木 (左: Sea Casuarina, 中央: Shrimp Casuarina, 右: Black Pine Tree)

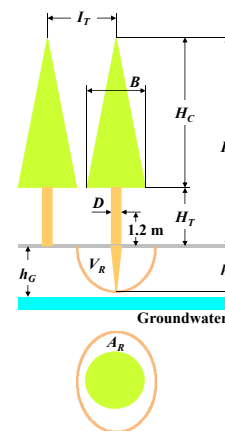


図-2 樹木幾何諸元の調査項目と記号の定義

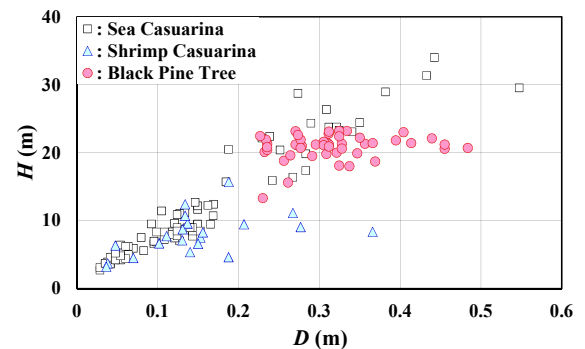


図-3 胸高直径 D と樹高 H の関係

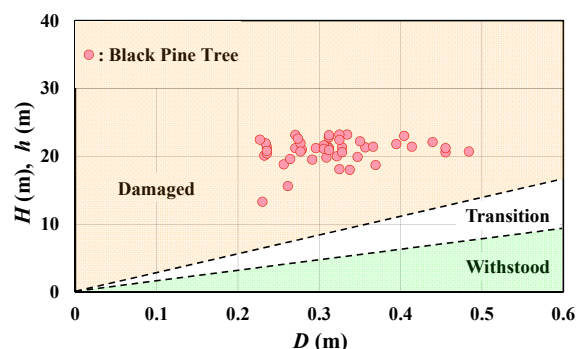


図-4 胸高直径 D 、樹高 H 、被害有無の浸水深 h の関係

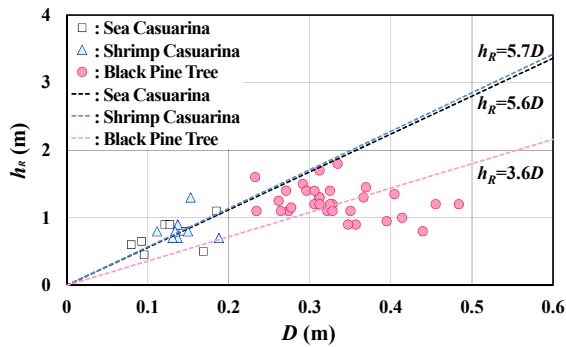


図-5 胸高直径 D と根の深さ h_R の関係

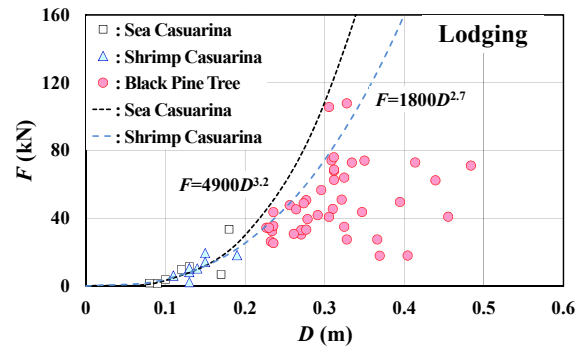


図-9 胸高直径 D と倒伏耐力 F の関係

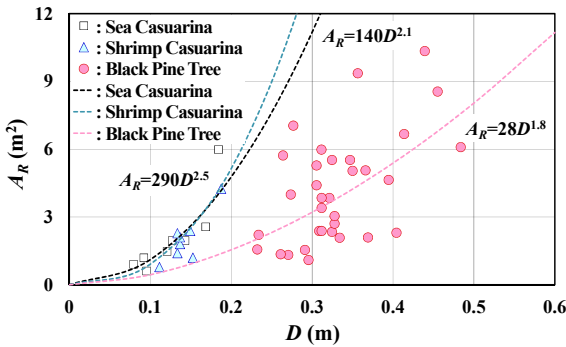


図-6 胸高直径 D と根の平面積 A_R の関係

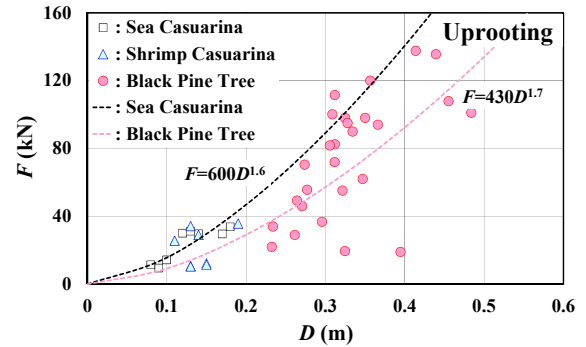


図-10 胸高直径 D と抜根耐力 F の関係

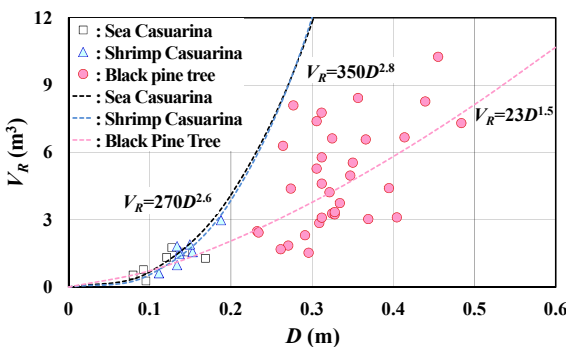


図-7 胸高直径 D と根の体積 V_R の関係

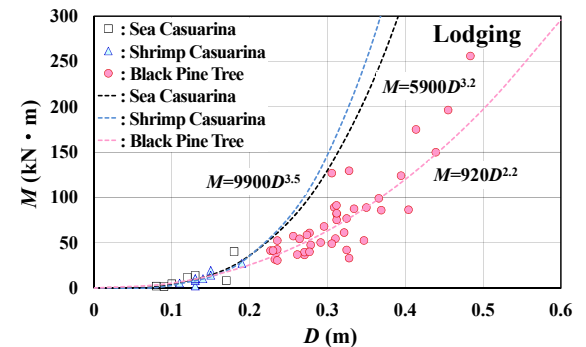


図-11 胸高直径 D と倒伏モーメント M の関係

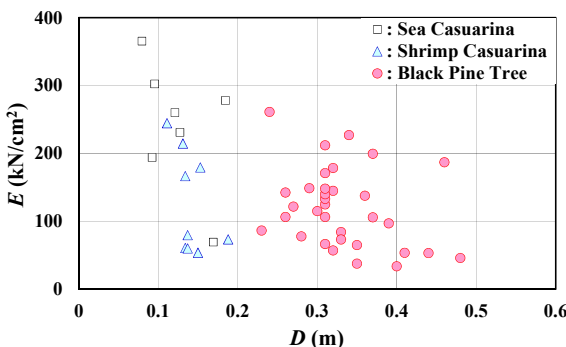


図-8 胸高直径 D と合成弾性係数 E の関係

つれて、いずれの樹種も合成弾性係数は小さくなる傾向が認められる。

図-9～11に胸高直径とそれぞれ倒伏耐力、抜根耐力、倒伏モーメント M の関係を示す。各図中には樹種毎に暫定的な回帰曲線が示されている。上に凸 (D のべき指数が1未満) となった回帰曲線は示していない。これらの図においても Sea Casuarina と Shrimp Casuarina の回

帰曲線は同傾向で、耐力や倒伏モーメントは相対的に黒松のものより大きい傾向であることも判る。

5. おわりに 樹高や樹幹高、樹冠部の葉の密生度を除けば、Sea Casuarina と Shrimp Casuarina の幾何特性や力学特性は同傾向で、黒松の特性とは異なる。これには試験データ（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。また、樹高や樹幹高、樹冠部の葉の密生度、樹木が持ち堪えられる津波浸水深を考えると、津波減勢効率は3樹種中では Shrimp Casuarina が一番よいと推定される。

謝辞: JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力 (佐竹健治), 科研費 (基盤研究 (C), 24510244) (松富) と北東北国立3大学連携推進研究 (堺茂樹) の補助を受けた。

参考文献

- 1) 松富ら：海岸工学論文集，第51巻，pp.301-305, 2004.
- 2) 松富ら：土木学会論文集 B2, Vol.68, No.2, pp.351-355, 2012.
- 3) 松富ら：2011 年東北地方太平洋沖地震津波における海岸林の諸相，土木学会東北支部技術研究発表会，II-48, 2012.