

津波による海岸林樹木の被災特性と引張試験による強度評価

鹿児島大学大学院 学生会員 ○植村潤一
鹿児島大学大学院 正会員 浅野敏之

1. はじめに

津波防波堤など構造物建設による津波対策は、海への眺望やアクセスを阻害し、水質交換を妨げるとともに、巨大な建設費を要することが指摘されている。こうした観点から、環境保全と防災を両立させる津波対策として海岸林の活用が注目されている。

しかし、海岸林はもともと防風・潮害防備などを目的としたもので、津波防災を目的に造成されたものではない。したがって、海岸林の本格的な研究はきわめて少なく、現象の理解は不十分な状況と言える。

本研究では、東北地方太平洋沖地震発生後の海岸林被害の実態を調査し、海岸林樹木の被災特性を検討する。さらに海岸林樹木の強度を立木の引張試験によって測定し、被災特性との比較・検討を行う。この研究によって得られた結果を海岸林の津波減災能力の定量的な評価に役立てることを目標とする。

2. 津波による海岸林の被害特性

東北地方太平洋沖地震発生後の2011年8月17~19日に宮城県名取市関上浜における海岸林被害の実態を調査した。調査地はクロマツを中心とした海岸林であり、3箇所の測線(南側からA測線、B基線、C基線)を設けた(図1)。測線は汀線に直角方向で内陸側に向かって設定した。A基線は汀線から約150mに前砂丘があり、B基線およびC基線は汀線から約120mに盛土土塁があり、約160mに前砂丘がある。

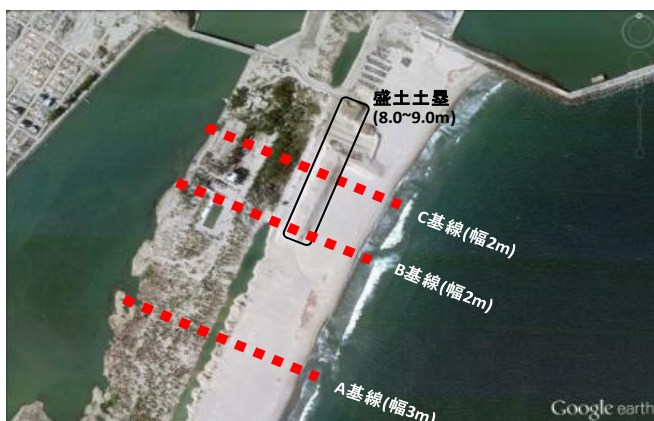


図1 調査地(宮城県名取市関上浜)

汀線からの距離・胸高直径・樹高・枝下高・地上高・被害形態を調査項目とした。被害形態は幹折れ・傾き・根返りとし、それらの被害形態が見られない樹木は残存樹木とした。

盛土土塁の中央部背後に位置しているC基線では津波の被害が少ない残存樹木が多く見られた。これは盛土土塁による津波の流体力軽減効果が大きかったためだと考えられる。

汀線からの距離と被害形態を比較した場合、汀線から遠くなるに伴い、折れや根返りの被害形態が見られる(図2)。胸高直径が小さい樹木は傾きの被害形態が多く表れた(図3)。さらに胸高直径が増加するに伴い、被害形態の折れや根返りが多く表れた。胸高直径が20cm以上の樹木は標本数が少なかったため、被災特性は明確に表れなかったと考えられる。

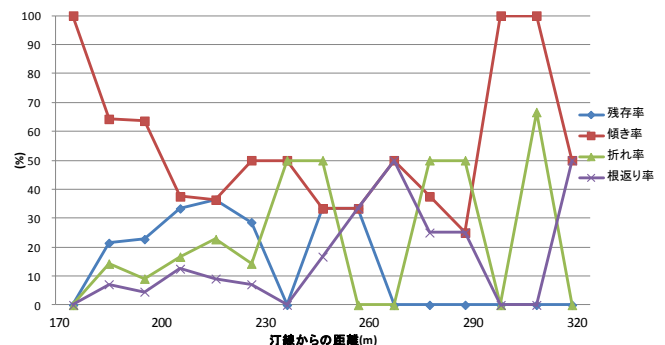


図2 被害形態と汀線からの距離の関係

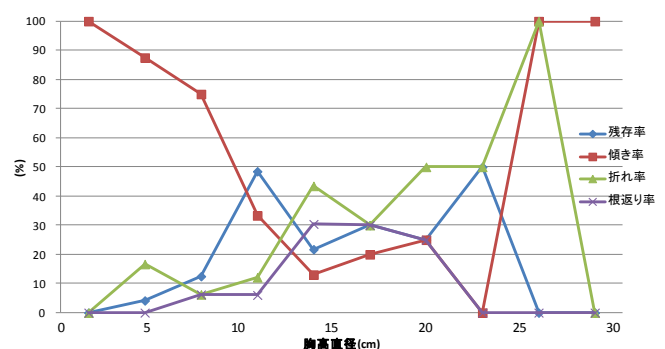


図3 被害形態と胸高直径の関係

3. 海岸林樹木の引張試験による強度評価

海岸林樹木の強度試験を鹿児島県吹上浜海岸林にてクロマツを対象として実施した。樹木のしなりに対する強度指数としてヤング係数・曲げ剛性が重要と考え、海岸林樹木の立木状態での引張試験によって測定した(図 4)。

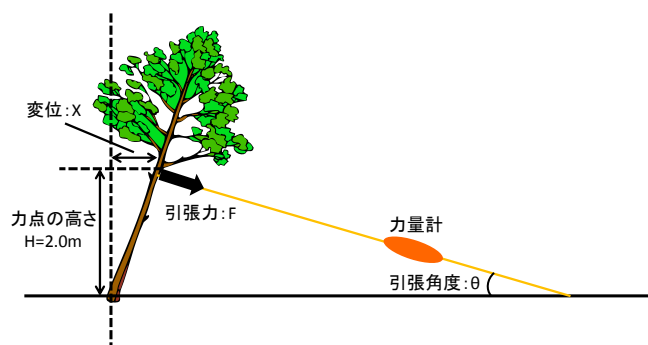


図 4 立木での引張試験の概要

測定結果から片持ち梁の変位量式によってヤング係数・曲げ剛性を求めた。

$$X = \frac{F \cos \theta h^3}{3EI}$$

ただし、X：変位、F：引張力、θ：引張角度、h：力点の高さ(2.0m)、E：ヤング係数、I：断面二次モーメント、EI：曲げ剛性である。

海岸林樹木の立木状態でのヤング係数は 2.0~6.0GPa の間に分布していることが分かった(図 5,6)。ヤング係数と胸高直径や形状比(樹高/胸高直径)などの関係性は明確にはならなかった。

胸高直径が増加するに伴い曲げ剛性は最初ゆるやかに増加し、さらに 15~20cm 付近で急激に増加することが分かる(図 7)。形状比が増加するに伴い曲げ剛性は減少し、60~80 付近になると 0 に収束する傾向が見られた(図 8)。

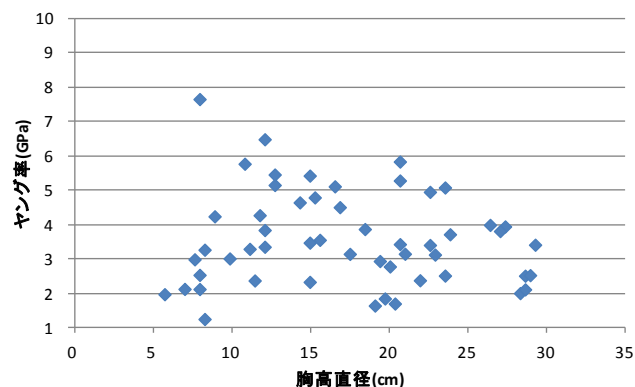


図 5 ヤング係数と胸高直径の関係

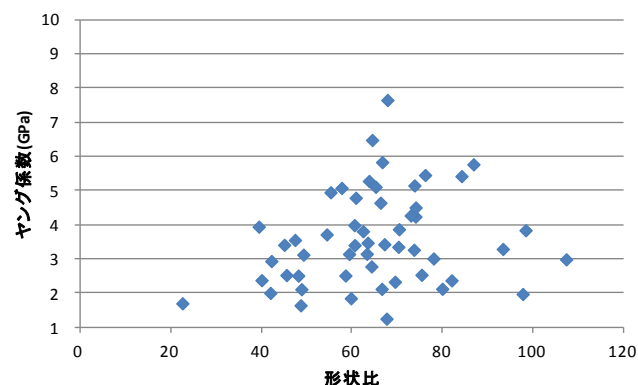


図 6 ヤング係数と形状比の関係

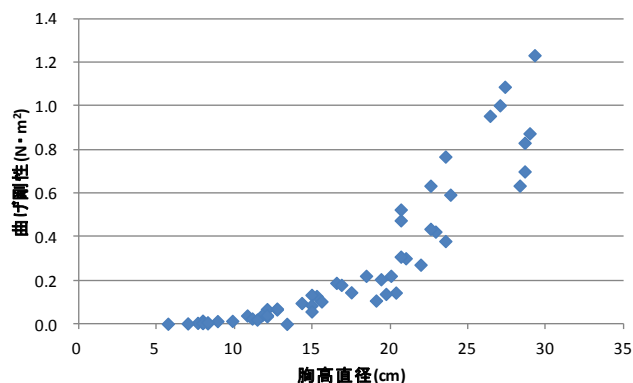


図 7 曲げ剛性と胸高直径の関係

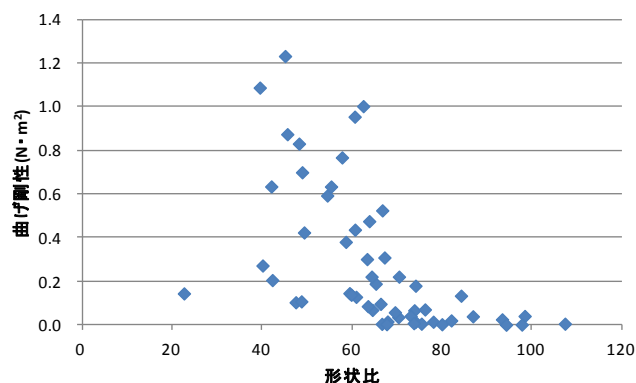


図 8 曲げ剛性と形状比の関係

4. まとめ

津波による海岸林樹木の被災特性は胸高直径が小さな樹木には傾きの被害形態が見られ、胸高直径が増加するに伴い 10~15cm あたりで折れ・根返りへと変化していく被害傾向が見られた。立木状態での引張試験によって得られたヤング係数は乾燥した製材品の試験値(9GPa 程度)より低く、海岸林樹木の津波軽減効果を数値計算で評価する際に考慮する必要がある。海岸林樹木は胸高直径が増加するに伴い、曲げ剛性は増加して津波に対する抵抗力が上がるが、津波の流体力を受ける断面も増加するので被害形態として折損や根返りが発生すると考えられる。