

海岸林の津波抵抗性と施業の関係

林業試験場 道南支場 鳥田宏行

1. はじめに

東日本大震災による津波により、海岸林にも被害が発生しました。被害の程度は、地域や津波の高さにより大きく異なり、森林管理が海岸林の津波抵抗性に与える影響を、現地調査などから俯瞰的に評価することは困難です。本研究では、海岸林の主要樹種であるクロマツを対象に、力学モデルと成長モデルを用いて、成長段階毎に津波の高さや密度管理の違いが、津波抵抗性にどのように影響するのかを解析しました。抵抗性の指標には、被害が発生するときの流速を限界流速として用いました。

2. モデル

★樹形のモデル化

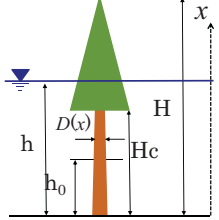


図1 モデル
立木の樹冠形状は円錐とし、幹の形状は地表から枝下高まで及び枝下高から梢までで、それぞれ円錐台、円錐と仮定。流速は一様流。

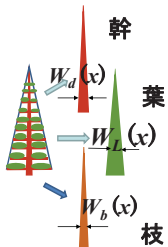


図2 樹冠投影面積
投影面積(枝・葉)と枝下直径の関係式(野口ら, 2012)を用いて、それぞれを傾斜配分し、仮想的な楕円Wを形成。

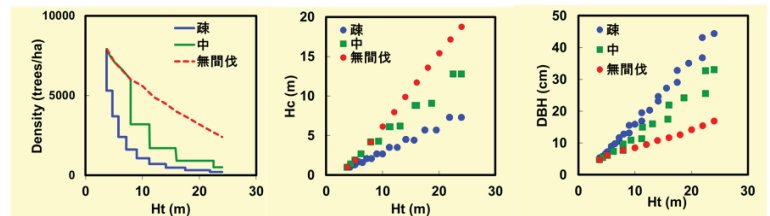


図3 クロマツ林分の成長
Ht: 上層高。無間伐林分は、成長段階が進むに従って、枯れ上がりが行進し、平均DBHの値も小さい。一方、疎林分は、枯れ上がりが低く、平均DBHが3つのパターンの中で最も大きい。
取量比0.6-0.7(疎)、0.8-0.9(中)、無間伐(密)の3つの施業パターンを設定。過去の研究成果(嘉戸(2004)、金澤(1990))に基づきクロマツ林分の成長を予測。

★任意の高さ h_0 における曲げモーメント: M 、立木に作用する力: F

$$F = F_{drag} + F_{impact} = F_{drag} + k_{di} F_{drag} = (1 + k_{di}) F_{drag} \quad (k_{di}=1.5) \quad (1)$$

$$M = \int_{h_0}^h (x - h_0) F(x) D(x) dx = \int_{h_0}^h (x - h_0) (1 + k_{di}) \frac{1}{2} C_d \rho U^2 D(x) dx \quad (h \leq H_c) \quad (2)$$

$$M = (1 + k_{di}) \frac{1}{2} \rho U^2 \left(\int_{h_0}^{H_c} C_d (x - h_0) D(x) dx + \int_{H_c}^h C_d (x - h_0) W_d(x) dx + \int_{H_c}^h C_b (x - h_0) W_b(x) dx + \int_{H_c}^h C_L (x - h_0) W_L(x) dx \right) \quad (h > H_c) \quad (3)$$

C_d, C_L, C_b : 抗力係数(幹0.85, 葉0.056, 枝0.81), ρ : 流体の密度: U : 流速

★任意の高さ h_0 における曲げ応力: σ

$$\sigma = \frac{M}{Z_{h_0}} = \frac{32M}{\pi D_{h_0}^3} \quad (4) \quad Z_{h_0}: \text{断面係数, } D_{h_0}: h_0 \text{ における直径}$$

★根返りに関するモーメント H

倒伏モーメント(根返り) T , (2)または(3)式に $h_0=0$ を代入して求める。引倒し試験による根返り抵抗モーメント: R (kNm) 青森県三沢海岸林での結果。DBH(m): 胸高直径, H (m): 樹高

$$R = 67.2 DBH^2 H \quad (kNm) \quad (r = 0.98) \quad (5)$$

★解析の流れ

U (流速)を0から0.01m/sずつ増加させ、根返りが発生するとき($T > R$)の限界流速($CV0$)と幹折れが発生するとき($\sigma_{max} > MOR$)の限界流速(CVB)を求め、 $CV0$ と CVB の値を比較し、小さい方の値を限界流速(CV)としました。被害形態は、 $CV0 < CVB$ なら根返り、 $CV0 > CVB$ なら幹折れとなります。 $MOR = 50MPa$ (modulus of rupture)

3. 結果

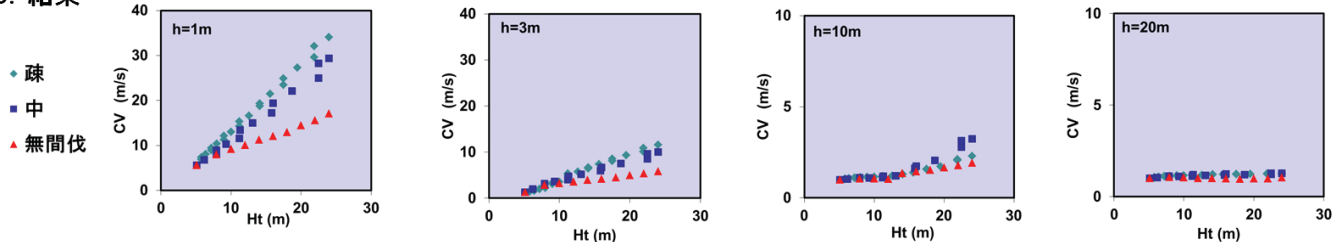


図4 限界流速と上層高の関係

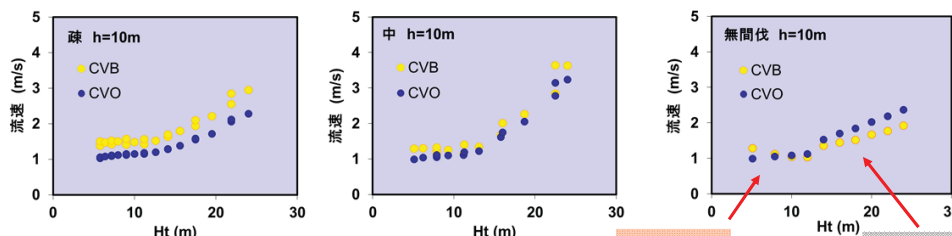


図5 森林管理と被害形態
無間伐林分でCVOとCVBが交差している。被害形態が根返りから幹折れに変化します。

根返り

幹折れ

4. まとめ

- ・森林管理方法(本数密度管理)の差異は、津波に対する抵抗性に影響を与えました。
- ・成長段階毎に林分平均で津波抵抗性を評価した場合、疎、中、無間伐管理の中では、疎管理が最も抵抗性が高く、無間伐管理が最も低くなりました。
- ・管理方法の差異は、抵抗性に影響しますが、津波が一定以上の高さになると抵抗性に対する影響はほとんどなくなります。
- ・被害形態に関しては、無間伐林分では、根返りから幹折れに変化する現象が示されました。

☆☆☆☆ 本研究は、科研費(基礎研究C)の助成を受けました。☆☆☆☆