シミュレーションモデルで海岸林の津波被害を再現する

野口 宏典
（気象環境研究領域主任研究員）

二〇一一年東北地方太平洋沖地震津波で多くの海岸林が被災

二〇一一年東北地方太平洋沖地震津波は東日本の多くの海岸林を襲いました。

ここでは、クロマツを対象とした水路実験をもとに、津波を再現するシミュレーションモデルをつくり、二〇一一年三月の津波で部分的に被害を受けた海岸林を対象として、海岸林が津波を弱める効果、津波による海岸林の被害について解析しました。

樹木がどれだけ抵抗としてはたらくのかを調べる水路実験

水路実験により、水流に対するクロマツの葉の抵抗力を調べました（図1）。実験の結果から、葉の抵抗力は、一・五メートル／秒程度の流速までは変わりませんが、それ以上の流速では流速に応じて大きくなっていくことがわかりました（図2）。これは、限界の流速までは流速の上昇に応じて葉が徐々に流れの力を受けにくい形に変形するため、抵抗力が増加しませんが、限界の流速を超えると、葉がそれ以上変形できなくなるため流速に応じて抵抗力が高くなっていくことによるものと考えられました。この実験の成果を津波のシミュレーションモデルに用いました。

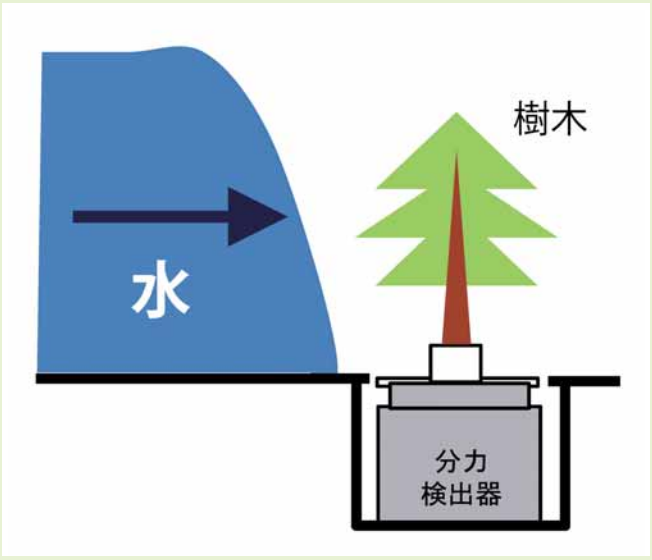

図1　水路実験の概要
水の流れを受けた時の樹木の抵抗力を分力検出器で測定しました。

津波による被害を受けた海岸林

数値シミュレーションの結果

二〇一一年三月の津波で部分的に被害を受けた青森県三沢市の海岸林は、波打ち際からの距離が一一〇メートルから三八〇メートル付近にかけて林帯があり、二〇一一年の津波では波打ち際から二〇〇メートルまでの範囲で被害が発生しました（図3a）。実際に現地で観測された浸水状況に合うようにシミュレーションの条件を調整して津波を再現し、林帯が津波を弱める効果について評価しました。

波打ち際から三八〇メートル地点で比較すると、線流量（一定幅の流量）の最大値は、林帯が有る場合が一・〇平方メートル／秒であったのに対して無い場合が一・四平方メートル／秒となり、林帯が津波を弱める効果を数値的に評価することができました（図3b）。シミュレーションモデルで推定したクロマツの根元への曲げモーメント（大きいほどクロマツが損傷しやすい）を、クロマツの丈夫さを表わす値（断面係数：幹の太さの三乗に三二／πをかけた値）で割った値を被害発生の指標として計算しました（図3c）。被害発生指標は、多少の変動はあるものの、海側林縁で特に大きく、内陸側に向かって減少する傾向を示し、実際の被害の分布を概ね説明できるものであると考えられました。

このシミュレーションモデルは海岸林の樹木の密度やサイズなどの条件を変更して計算をすることができるので、今後、東北地方の海岸林の復興や、他の地域での海岸林の効果の予測に利用できます。

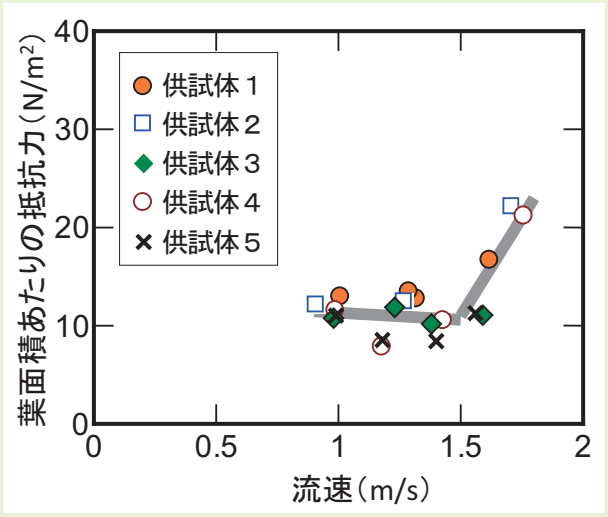

図2　流速と葉面積あたりのクロマツの抵抗力の関係

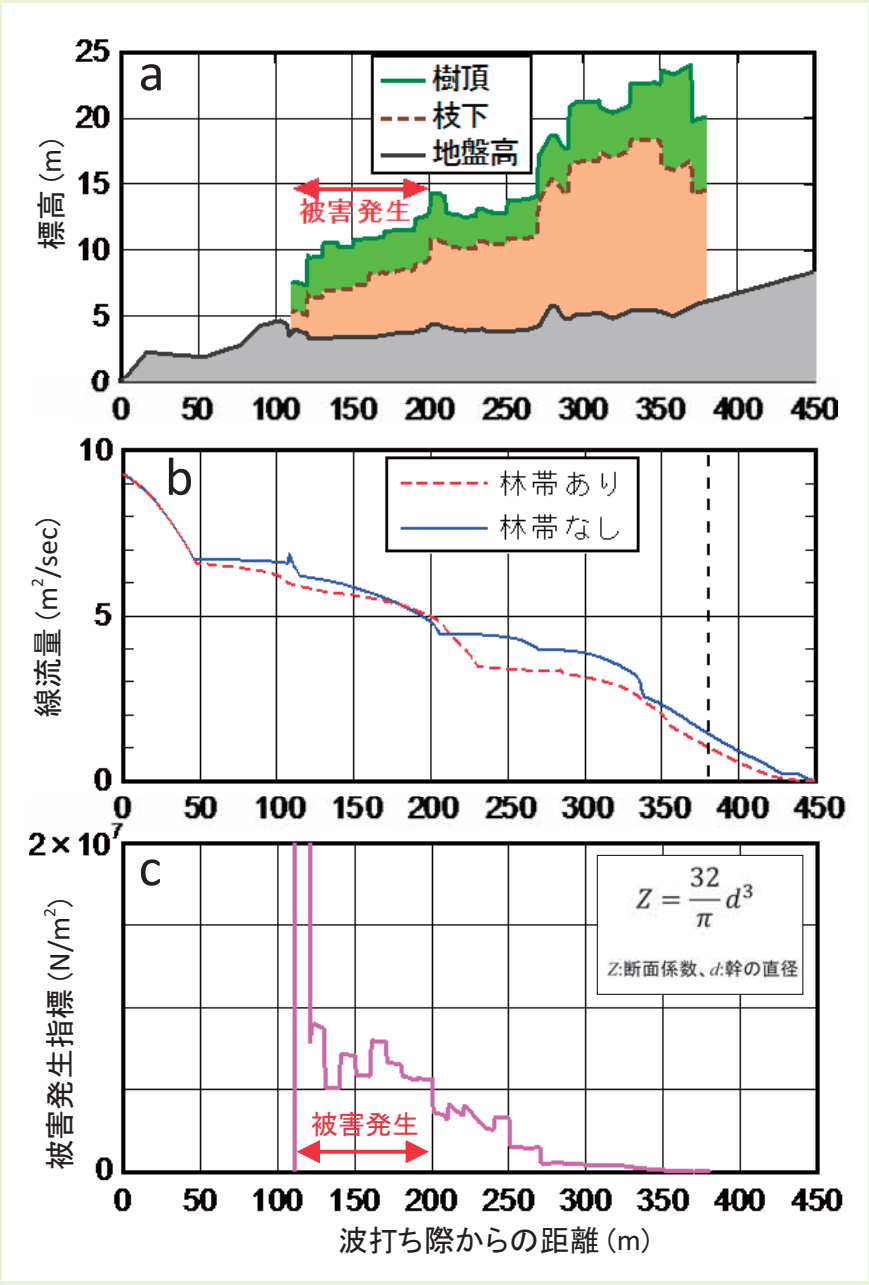

図3　対象地の横断図と林帯の分布(a)、線流量の各地点の最大値(b)、樹木被害指標(c)