

# 防潮林の保全・再生は今後どのように考えればよいか -防潮林と消波構造物の一体型水理実験-

中央大学理工学研究所 フェロー会員 ○土屋十圀  
長野県塩尻市役所 吉江 悟

## 1. 研究の背景と目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(M9.0)とそれに伴う巨大津波は死者1.6万人,行方不明者3.2千人,負傷者6千人計約2万人の人命被害をもたらした.特に,東北地方太平洋沿岸部での津波の被害は甚大で,防潮堤や防波堤,水門,河川護岸,水産・港湾施設が破壊されており,社会基盤,公共・民間施設など損壊・損害額は16.9兆円に達した.復旧に向けて2年が経過し,地域ごとのランドデザインに基づき復興へと動き始めている.

本研究では防潮林に着目し,今後どのように保全・再生を計り,街づくりの中に位置づけたらよいか考えてみたい.ここでは津波・高潮,浸食,海岸保全にかかわる海岸林をすべて防潮林と呼ぶこととする.海岸林は国・県などが管理しているが,景観・環境保全の機能も有し,日本の白砂青松100選に選ばれている景勝地の多くは歴史的な努力の上に作られてきた.これらは津波の破壊力によって無残な姿となりその土地の景観を一変させている.植林した樹林が成長し,その機能を果たすためには少なくとも50~100年の月日が必要となろう.破壊された防潮林を保全・再生するためには広大な土地と時間を費やすこととなる.従って,今後,考えられるのは防潮林と海岸構造物の組み合わせによる効果的な減災対策である.

防潮林の効果は過去の津波の研究では,首藤<sup>1)</sup>,飯村・田中ら<sup>2)</sup>によって明らかにされている.これら既往の研究により防潮林の幅や樹林密度などの条件が減災効果にどの程度影響を与えているのか整理されている.しかし,防潮林と海岸構造物の組み合わせを意識した研究事例はない.著者らは2011年4月,8月に岩手県,宮城県の被害調査を行い,防潮林と津波高,現況堤防高の調査も行っている<sup>3)</sup>.本研究の目的は,宮城県の荒浜海岸をモデルとして現地調査に基づく,水理実験を行い,防潮林と消波工の組み合わせによる防潮林内・外の流体の挙動を明らかにすることにある.

## 2. 対象海岸と防潮林

本研究で対象とする海岸は,宮城県仙台市若林区荒浜付近である.仙台平野の海岸であるため平坦な地形で,標高は約3mである.樹林帯幅は50m,植生の種類はクロマツであり,多くが剪断破壊で倒伏し,林床から1~2mで破断している.この防潮林の後背地は農地となっており津波で浸水した形跡が見られる.この地点で現地調査を行った結果,植生は平均目通り高さ直径30.4cm,平均樹高10.1m,植生密度700本/haであることがわかった.また,植生帯の厚みを表すパラメータ $d_n$ は105本・cmとなる.

## 3. 水理実験方法および条件

図-1の平面図に示すように幅56cmの水平のコンクリート水路に,フルードの相似則により1/50で作成した防潮林模型を設置した.模型は対象海岸を想定し,直径6mm樹高200mmの木製円柱を幅1000mmになるように千鳥状に配置した.津波は防潮林

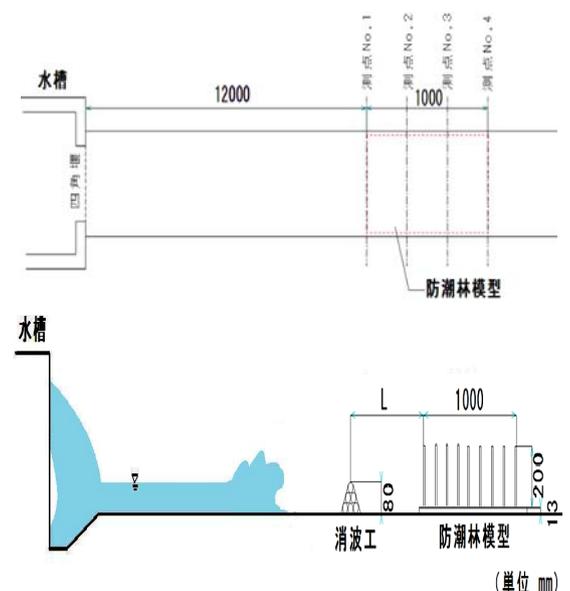


図-1 津波実験水路・平面図(上)・側面図(下)

内部で浸水深が100mm(プロトタイプでは5m)となるように水槽の堰水位を調整し,孤立波の段波を再現した.また,水路の粗度調整は行っておらず,防潮林への入射流速は1.67m/s(プロトタイプで11.85m/s)である.測定は樹林前面から背後まで等間隔に,水圧,水平波圧を4箇所(測点No.1.2.3.4)で計測した.計測器は圧力計(株)SSK社製,ひずみ測定器(株)東京測器研究所を使用した.図-1の側面図に示すように,消波工は樹林前面

から沖側の距離Lを変化させ、プロトタイプで15m, 30m, 50m, 70m, 100mの5ケースを検討した。消波工は透過型, 不透過型の2ケースとした。

#### 4. 実験結果と考察

図-2は測点No.1, No.2の浸水深と鉛直方向の水平波力の関係を示す。水平波力の最大値は測点No.1, No.2では水深5cmの箇所で各々最大値1,995 Pa, 1,696 Paを示している。水平波力は浸水深が2cm以下(No.1, 2)と最大値以降減少する。これは津波の水面近傍では碎波による空気の混入などによるものと考えられる。樹林帯の陸側のNo.3, 4では水深2cm, 1cmの低位置で最大値となり樹林の高位置まで直線的に低減している。従って, No.1, No.2は樹高の4~5割地点に, No.3, 4では樹高の2割以下の地点に, 最大水平波力を受ける。No.1~ No.3では樹林根元で瞬間的に負圧の衝撃水圧を受けていたことがわかった(図-3)。これによって破断・倒伏が生じているものと考えられる。

図-4は消波工と樹林との距離Lと測点No.1の水平波圧の関係プロットした図である。波圧が最大となる浸水深50mmの場所に圧力計を設置し, モデルタイプの数値で示した。透過型では水平波力は50m地点で1195 Pa, 不透過型は30m地点で1050 Paとなり, それぞれ最小値を示した。一方, 15mや100mの場合は水平波圧が大きくなった。つまり, 樹林と消波工の距離は近すぎても遠すぎても効果を発揮しないことがわかる。L=15mの波圧が大きくなった要因として, 消波工を越え, 落下した津波が樹林低部に直撃したと考えられる。また, L=100mの場合, 消波工を越えた段波が流体の慣性力により再び勢いを強めたと考えられる。透過型より不透過型の方が水平波力は減衰させることがわかった。

#### 5. まとめ

防潮林の前面では水平波力と浸水深の関係は樹高の5, 3割地点に最大値を持つことが分かった。透過型消波工の場合, L=50mの位置に設置した時に水平波圧を最小にできる。不透過消波工の場合, 防潮林の前面において減衰効果を持ち, L=30m位置に設置した場合, 水平波圧を最小にできる。今後の課題は, 防潮林と消波構造物, 海浜マウンドを一体にした検討が必要と考えている。

#### 参考文献

- 1) 首藤伸夫(1985):防潮林の津波に対する効果と限界, 海岸工学論文集, pp.465-469.
- 2) 飯村耕介・田中則夫・谷本勝利・田中茂信(2010):樹林密度の異なる植生帯を組み合わせたときの津波軽減効果に関する研究, 土木学会論文集, pp.281-285
- 3) 土屋十圀・吉江悟ら(2012):津波による防潮林被害と水理実験による検討, 東日本大震災特別緊急共同研究報告会, 京都大学防災研究所, pp.17-22

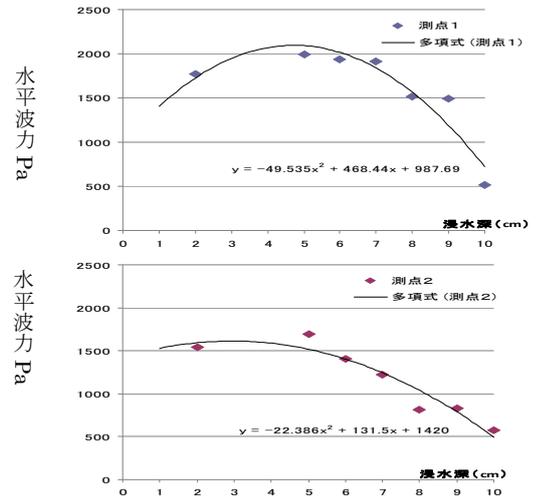


図-2 浸水深と樹林鉛直方向の水平波力

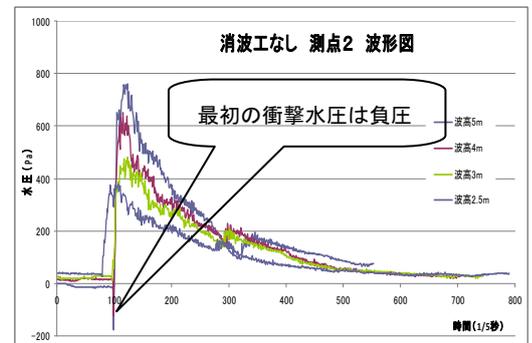


図-3 波高別樹林鉛直方向の水平波力

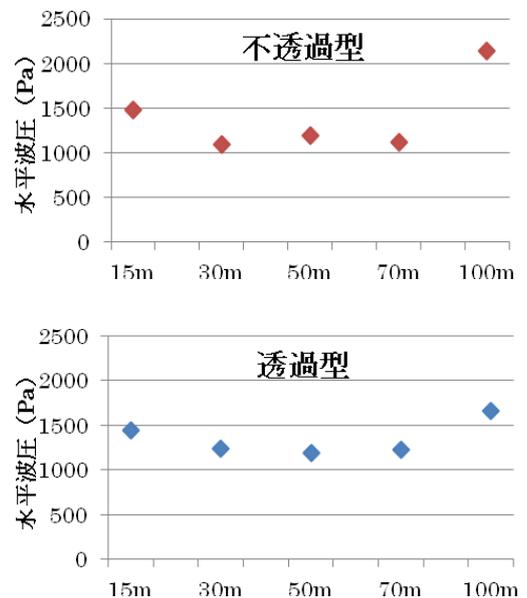


図-4 消波工設置距離Lと水平波力