津波遡上に及ぼす海岸林の減勢効果に関する数値解析

鹿児島大学工学部海洋土木工学科　学生員○永山裕也・松尾俊平
鹿児島大学大学院理工学研究科　　正員　浅野敏之

１．研究の目的

沿岸域のマツ林やマングローブ林は、津波氾濫流を弱める効果があり津波防災に役立つことが古くから指摘されてきたが、その定量的効果を十分に実証するには至っていない。2011 年の東北地方の津波では、津波氾濫流が海岸林帯を越え、樹木を破壊するとともに、背後地の住宅に大きな損害をもたらした。その時の樹木や住宅被害、氾濫域の状況は衛星写真や航空写真などの記録として残されており、海岸林がどれだけ津波氾濫流を弱める働きをするのかを検討できる材料が揃った段階にある。本研究は、平面 2 次元数値計算により、津波遡上に及ぼす海岸林の減勢効果を検討したものである。

２．数値解析の概要

基礎方程式は次式に示す非線形浅水方程式である。*Fx*、*Fy* は樹木群に流れが作用するときの反力で、慣性項と抗力項で構成される。

$$\frac{\partial M}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{M^2}{D}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{MN}{D}\right)+gD\frac{\partial \eta}{\partial x}+\frac{gn^2}{D^{7/3}}M\sqrt{M^2+N^2}+F_x=0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{NM}{D}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{N^2}{D}\right)+gD\frac{\partial \eta}{\partial y}+\frac{gn^2}{D^{7/3}}N\sqrt{M^2+N^2}+F_y=0$$

$$Fx(t)=C_M\frac{V_{obs}}{V}\frac{\partial M}{\partial t}+\frac{1}{2}C_D\frac{A_{obs}}{\Delta x\cdot\Delta y}\frac{M\sqrt{M^2+N^2}}{D^2}$$

$$F_y(t)=C_M\frac{V_{obs}}{V}\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{1}{2}C_D\frac{A_{obs}}{\Delta x\cdot\Delta y}\frac{N\sqrt{M^2+N^2}}{D^2}$$

ここで、η：静水面からの水位変動量、$D=\eta+h$：全水深、C_D：抗力係数、C_M：付加質量係数、M,N：x,y 方向の線流量、n：Manning の底面粗度係数，V：防潮林の水面下における空隙を含む全体積，V_{obs},A_{obs}：体積 V 中の防潮林が占める体積および防潮林の投影面積である。ただし、現時点では樹木の形態を V_{obs},A_{obs} に組込むことは行っておらず、樹木群の存在を底面粗度係数を大きくすることで代替としている。

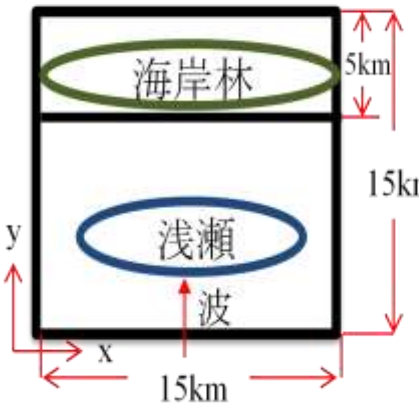


図-1　計算領域

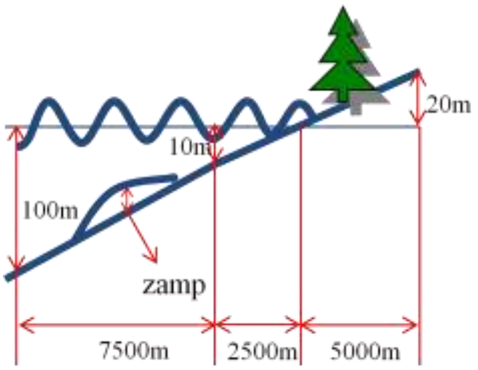


図-2　海浜断面の設定

計算領域は**図-1** に示すように岸沖・沿岸方向に各 15km とした。沖水深は 100m で縦断面は y=7500m までは 3/250 勾配、そこから岸側は 1/250 勾配で静水時汀線は y=10,000m に位置するよう設定した。また沿岸方向に波高変化が生じるよう**図-2** に示すように楕円形で頂上高 z_{amp}=1m(default 設定)の浅瀬を設定した。沖側端からの入射波は周期 T=300s、波高 H_0=5m を基本的条件とした。格子サイズは $\Delta x=\Delta y$＝50m、Δt=0.25s とした。陸上遡上は陸域格子の 2 次元的な浸水・干出を考慮して移動境界処理を行った。

３．解析結果ならびに考察

海岸林の津波遡上の減勢効果を調べるために、3 種類の条件で計算を行った。第 1 ケースは「海岸林無し」の場合で、静水状態で海中部・陸上部ともマニングの粗度係数 n を 0.025 として与えた。第２は

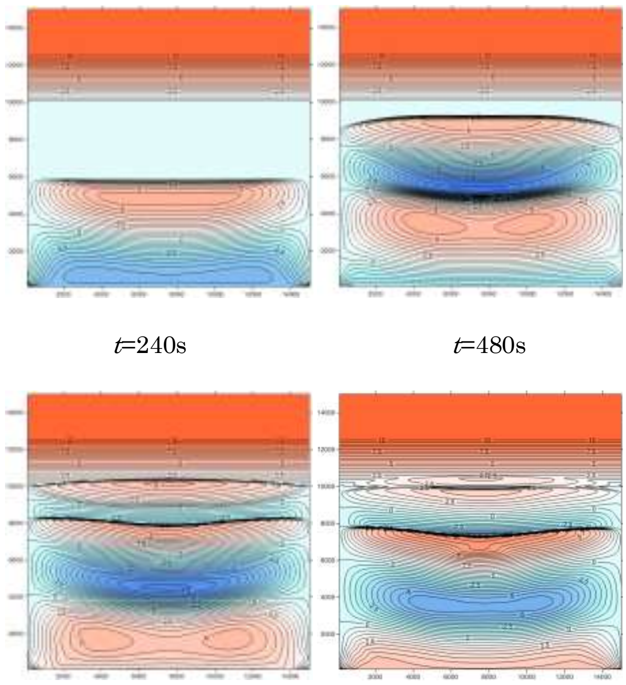
「海岸林・疎」の場合で、静水状態で海中部に n=0.025、陸上部に n=0.10 を与えた。第 3 は「海岸林・密」の場合で、静水状態で海中部に n=0.025，陸上部に n=0.20 を与えた。

図-3 は海岸林・密に対して、津波の沖から岸への平面的進行状況を 240s ごとに示したものである。中央に浅瀬を設定したため、沿岸方向の中央部に屈折で波が集中する様子が認められる。

図-4 は、海岸林・密、海岸林・疎、海岸林が無い、３つの場合の、同じ t=960s 時点の水位の平面分布を示したものである。海岸林があり、また密度が疎から密になるほど、津波が遡上する範囲が狭くなることが読み取れる。

図-5 は、領域中央軸上 x =7.5km における沖から岸への津波の水位変動波形を示したものである。上段は海岸林なしのもので、粗度係数 n は海中のそれと同一で設定されている。下段は海岸林の存在を粗度係数の増大の形で表しており、津波の遡上範囲が縮小される状態が再現されている。

【謝辞】本研究の一部は、前田記念工学振興財団からの研究助成金により実施された。



t=240s　　t=480s

t=720s　　t=960s

図-3　津波平面伝搬のスナップショット

（海岸林・密の場合）

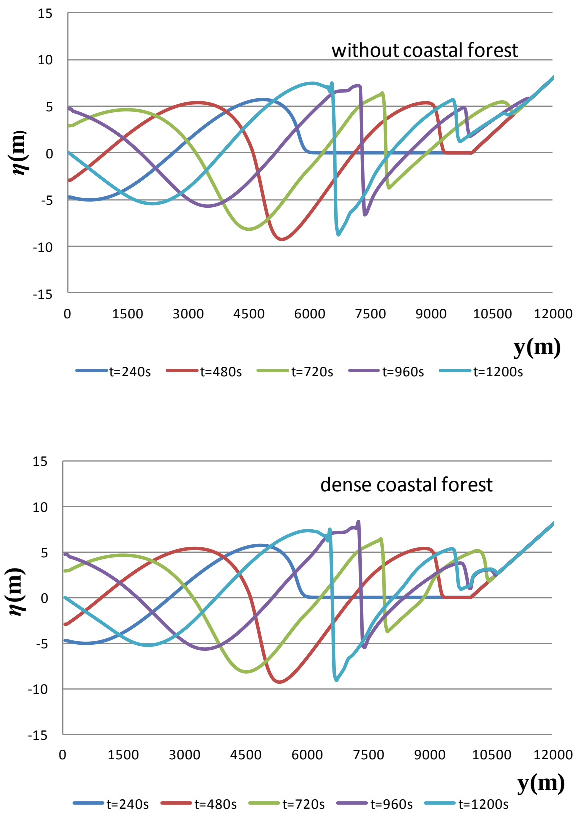
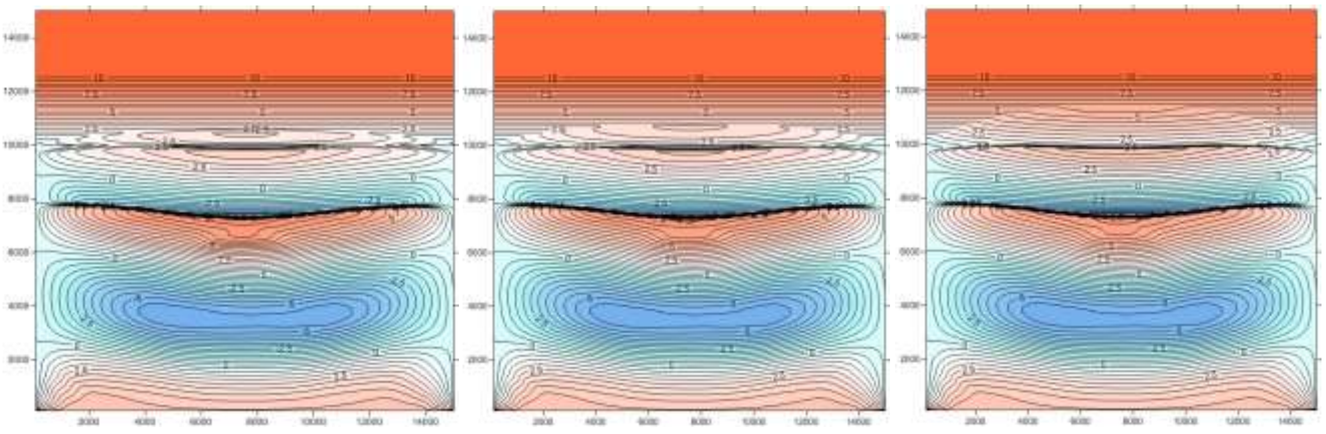


図-5　津波の岸への伝搬・遡上過程



（海岸林・密のケース）　（海岸林・疎のケース）　（海岸林無し）

図-4　海岸林による津波遡上の減勢効果