

東日本大震災における仙台湾沿岸の建物被害実績と海岸林分布状況の相関性

東北大学災害科学国際研究所 正会員 ○林 晃大
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 山下 啓
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村文彦

1. はじめに

海岸林の津波減災効果に関する研究は、主に津波数値解析や水理実験をもとに、津波減衰効果や津波漂流物捕捉効果を評価する検討がなされている（例えば、今井ら, 2012）が、2011年東北地方太平洋沖地震津波以降、当時の被害の実態を考慮に入れた評価がなされてきている（林ら, 2017）。他方、生態学では「Eco-DRR; Eco Disaster Risk Reduction」の概念の基、植生を用いた減災手段の必要性が提案されており、これらと合わせて植生を活用した津波減災策を検討していくことが必要である。

そこで本研究では、海岸林の存在が建物被災程度に与えた影響を検討するために、建物被災区分と海岸林の林帯幅との相関性を評価する。検討に際して、東日本大震災において津波による被害を受けた仙台平野の沿岸域市町の建物および海岸林を対象に、建物位置における標高、汀線からの距離、津波浸水深の影響を考慮する。

2. 東北地方太平洋沖地震津波時の建物被害の傾向

研究の対象とした地域は仙台平野域の宮城県仙台市から福島県相馬市までの7市町である（図-1）。海岸林域の特定には防災施設被害（防風林・防潮林）およびインフラ被害（緑地）に関する調査データ、建物の被災区分については市町毎の津波浸水域内における建物被災状況に関する調査データを使用した（国土交通省, 2012）。建物被害程度データは建物1棟ごとに構造種別、建物位置、被災区分、津波浸水深等が記録されている。

林ら（2017）は、東北地震津波時における海岸林の林帯幅とその背後地における建物被災区分との相関関係を明らかにし、主に木造の建物について、海岸林の林帯幅が広い箇所の背後地に存在する建物ほど、相対的に建物被害程度が軽微になる傾向を確認した。また、海岸林の林帯幅や汀線からの距離に応じて、建

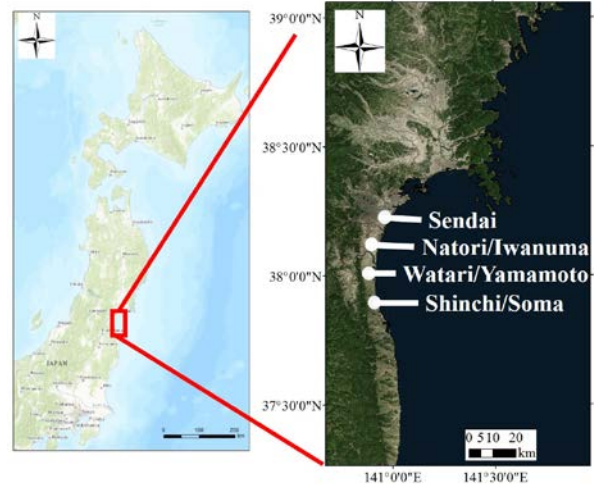


図-1 対象地域

表-1 被災区分と P_D

被災区分		P_D
1	全壊（流失）	0.875
2	全壊	0.75
3	全壊（1階天井以上浸水）	0.625
4	大規模半壊	0.5
5	半壊（床上浸水）	0.375
6	一部損壊（床下浸水）	0.25
7	被災なし	0.125

物被害程度と海岸林の林帯幅との間にある相関関係を明らかにした。これらの知見をもとに、定量評価可能な評価式の構築を試みる。

3. 建物被害実績と海岸林分布状況の相関性に関する定量評価

定量評価を実施するにあたり、建物被災程度を P_D と表す。国土交通省の建物被害データ（2012）に記載されている建物被災程度と P_D の対応を表-1に示す。

また、海岸林の影響を考慮した建物被害を表現する変数を選定した。本検討においては、海岸林の林帯幅 W 、建物から汀線までの距離 L 、建物位置における標高 H 、建物位置における津波浸水深 D を用いた。

表2 各パラメータの偏相関係数

(1) 建物構造が RC の場合

RC	P_D	W/L	D/H	H/L
P_D	1.00			
W/L	-0.50	1.00		
D/H	-0.35	0.02	1.00	
H/L	-0.15	0.04	-0.17	1.00

(2) 建物構造が S の場合

S	P_D	W/L	D/H	H/L
P_D	1.00			
W/L	-0.15	1.00		
D/H	-0.49	0.21	1.00	
H/L	-0.14	0.01	-0.13	1.00

(3) 建物構造が W の場合

W	P_D	W/L	D/H	H/L
P_D	1.00			
W/L	-0.26	1.00		
D/H	-0.53	0.13	1.00	
H/L	-0.19	0.07	-0.12	1.00

(4) 建物構造が Ls の場合

Ls	P_D	W/L	D/H	H/L
P_D	1.00			
W/L	-0.23	1.00		
D/H	-0.42	0.15	1.00	
H/L	-0.22	0.07	-0.10	1.00

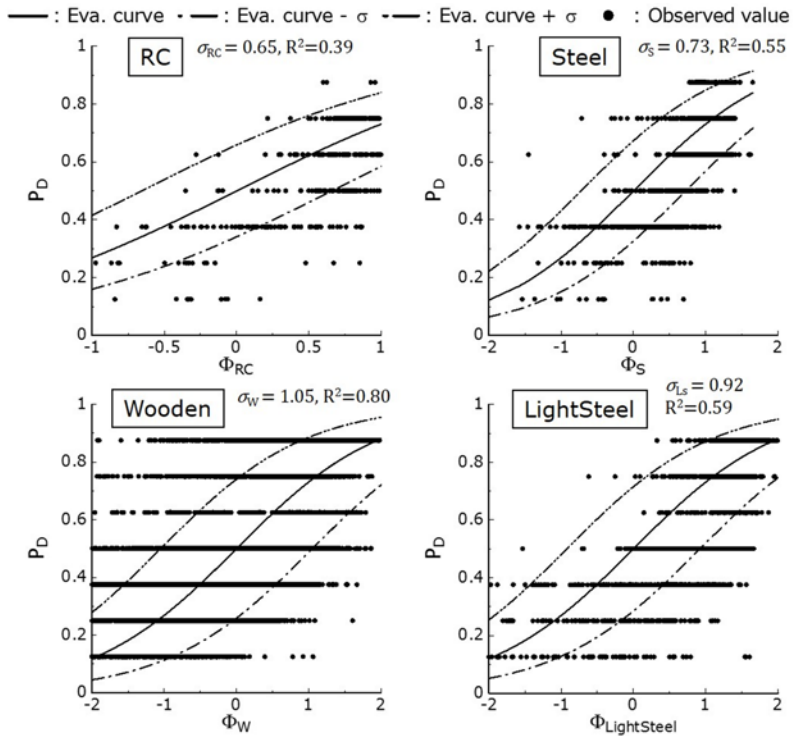


図-2 評価式による建物被害程度の算定値と実被害値との比較

また、定量評価に際して、減災効果に係る影響因子を無次元数で表現することとした。各建物位置における海岸林の存在が及ぼす影響は W/L 、津波外力が及ぼす影響は D/H 、各建物が存在する立地の影響は H/L と表す。

各変数の影響度を調べるため、 P_D 、 W/L 、 D/H 、 H/L の偏相関係数を算出した（表-2）。 P_D と W/L 、 D/H 、 H/L の間にはいずれも負の相関が確認された。これらの変数を用いて、海岸林の林帯幅、建物位置における標高、汀線からの距離、津波浸水深の影響を考慮した、建物被害程度を評価する定量評価式を構築する。

評価式の関数型を示す。 $P_D = 1/(1 + \exp(-\Phi_i))$ 。ここで Φ_i はベキ関数型をとるとした。各変数における係数は、実測値に基づいて最小二乗法により決定した。また、最適なモデル選択のために、c-AIC (Sugiura, 1978) が最小、かつ決定係数 R^2 が最大値となるような Φ_i を選択した。今回の検討における最適なモデルを以下に記す。

$$\Phi_{RC} = -2.3(W/L)^{-0.40 \times 10^3} (D/H)^{-0.16} (H/L)^{-0.85 \times 10^2} + 3.0 \pm \sigma_{RC}$$

$$\Phi_S = -2.3(D/H)^{-0.21} (H/L)^{-0.01} + 3.0 \pm \sigma_S$$

$$\Phi_W = -2.4(W/L)^{-0.05} (D/H)^{-0.32} + 3.0 \pm \sigma_W$$

$$\Phi_{Ls} = -0.97(W/L)^{-0.03} (D/H)^{-0.30} (H/L)^{-0.11} + 3.0 \pm \sigma_{Ls}$$

モデルは構造種別ごとに作成した。RC は鉄筋コンク

リート、S は鉄骨造、W は木造、Ls は軽量鉄骨造・その他を示す。図-2 に評価式による建物被害程度の算定値と実被害値との比較を示す。決定係数及び標準偏差も図中に記した。W を対象とした場合は一定の再現性が確認されるが、他の構造種別では確認することができなかった。また、各関数の係数をみると、W および Ls の建物を対象とした関数式では、Rc および S の関数式と比較して相対的に大きく、構造種別に応じて海岸林の存在が被害に与える影響が大きいことがわかる。

4. おわりに

本研究では海岸林の存在が建物被災程度に与えた影響を検討するために、建物被災区分と海岸林の林帯幅との相関性の評価を実施し、建物被災程度を定量評価することで、海岸林の存在がおよぼす影響を定量評価することを試みた。今後は定量評価のさらなる高度化を試みるべく、今回検討した影響因子以外の影響を検討する。

参考文献 1) 今井ら:土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.68, No.2, I_401-I_405. 2) 林ら: 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.73, No.4, 印刷中. 3) 国土交通省都市局『復興支援調査アーカイブ』, 2012. 4) Sugiura, N. : Communications in Statistics - Theory and Methods, 7(1), pp. 13-26, 1978.