

3) 防火研究グループ

3) - 1 津波避難計画における津波火災対策の検討支援手法の開発 【安全・安心】

Methodology for Tsunami-Induced Fire Hazard Mapping

(研究期間 平成 28~29 年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

西野 智研
Tomoaki Nishino

We proposed a methodology for hazard mapping of fires in tsunami inundation area. The accumulating combustible density, which is used as the indicator of the tsunami-induced fire hazard map, is estimated using the existing numerical simulation model for the drift and accumulation of tsunami-driven combustible objects. Moreover, we applied the proposed method to Shimoda City, Japan on the assumption of tsunamis following the future megathrust earthquake in order to estimate the tsunami-induced fire hazard map. From the estimated results, we concluded that the proposed method is useful for planning of locations and safety measures of tsunami vertical evacuation buildings.

【研究目的】

東北地方太平洋沖地震では、津波の浸水域で数多くの火災が発生し、その一部が大規模な延焼火災に発展した結果、全域で約 67ha が焼失した。津波の浸水域で発生する火災は「津波火災」と呼ばれ、家屋や自動車など、津波に押し流された可燃物が、ガレキとなって浸水域に集積し、そこに何らかの要因で火が着いて、周辺のガレキに燃え広がることが多い。特に、津波からの一時避難場所となった建物が、津波火災によって類焼し、避難者が火災の危険に曝された事例が報告されている。

津波火災によって被害を受けやすい場所とそうでない場所を、地図上に可視化したハザードマップがあれば、津波避難施設の配置や火災安全対策を合理的に検討できる可能性がある。筆者らは、津波によって建物から流出する可燃物が、浸水域のどこにどの程度集積するのかわかり、物理的に予測するモデルの開発を行ってきた。このモデルでは、津波氾濫流の流況を既知とし、流出可燃物に作用する力の釣り合いを時系列に解くことで、可燃物の位置を個別に追跡し、浸水域全体での可燃物の空間分布の評価につなげる。津波火災の被害範囲が可燃物の集積範囲と密接な関係にある点に着目すると、評価される集積可燃物量の空間分布は、津波火災ハザードマップの危険度指標として、簡単で要点をつかんでいる。しかし、集積可燃物量の空間分布は、津波や建物の被害といった複数の不確定条件に左右される。このため、予想される様々な集積シナリオとその生起確率を基に、集積可燃物量を確率論的に評価する手法が必要である。

本研究では、津波火災の危険度を表す指標として集積可燃物量に着目し、多数の集積シナリオを考慮して津

波火災ハザードマップを推定する手法²⁾を開発した。津波避難施設の配置や指定要件の見直し、火災安全対策の検討に活用されることを目指す。

【研究成果】

津波火災ハザードマップの推定手法を開発した(図 1)。ここでは、ある地点の津波火災による被害の受けやすさを表す危険度指標として、その地点に最終的に漂着する可燃物の単位面積あたりの総重量(集積可燃物密度)に着目した。提案した手法では、筆者らが開発した可燃物の漂流・集積モデルを活用し、多数の集積シナリオとその生起確率を考慮して、ネットの集積可燃物密度を評価する。ここでは、集積可燃物密度を左右する不確定要因として、①津波来襲時の潮位、②防潮堤といった海岸構造物の被害、③津波による建物の被害、④建物に収納・固定される可燃物の密度、の 4 種類を考慮した。評価にあたっては、各不確定要因の影響をモデル化し、イベントツリーとモンテカルロ・シミュレーションを併用することで、有限個の集積シナリオを抽出した後、ネットの集積可燃物密度を算定する(図 2)。提案した手法の評価特性を確認するため、東北地方太平洋沖地震津波を対象とした津波火災危険度の評価を行った(図 3)。岩手県山田町中心部に着目した評価結果は、実際の津波火災の焼失範囲を尤もらしく推定する結果となり、ネットの集積可燃物密度が、ある地点の津波火災による被害の受けやすさを表す危険度指標として、有効である可能性が確認された(図 4)。提案した手法を南海トラフ地震津波に適用し、静岡県下田市を対象に津波火災ハザードマップの推定を行った(図 5)。この推定結果に、現在指定されている津波避難施設を重ね合わせた所、津波

火災によって被害を受けやすい津波避難ビルとそうでない津波避難ビルが存在することが分かった。被害を受けやすい津波避難ビルについては、火災を受けても倒壊しにくい構造であることや、火災からの避難者の保護や内部での火災拡大の防止のために、防火区画等の火災安全対策を講じることが必要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 西野・今津・北後・野竹：津波火災シミュレーションに向けた建物から流出する可燃物の時空間分布予測モデル，日本建築学会環境系論文集，2015年
- 2) 西野・今津：集積可燃物密度の不確定性に着目した津波火災ハザードマップの推定手法，日本建築学会環境系論文集，2017年

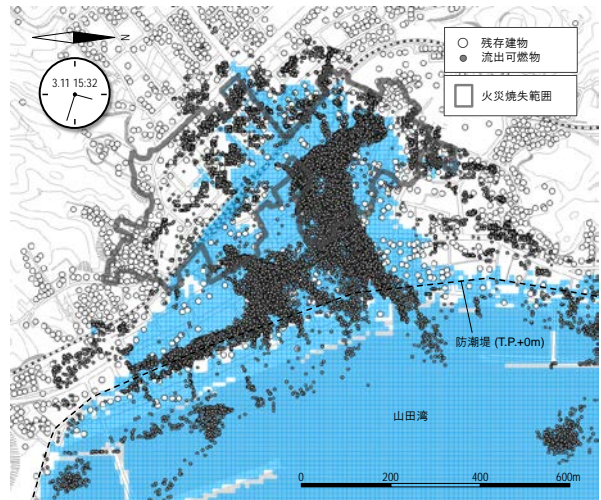


図3 可燃物の漂流・集積シミュレーション（山田町）

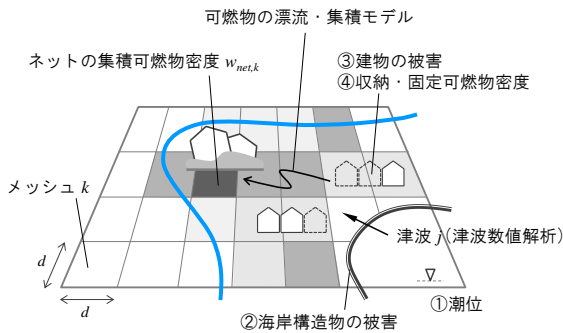


図1 津波火災ハザードマップの推定手法の概念

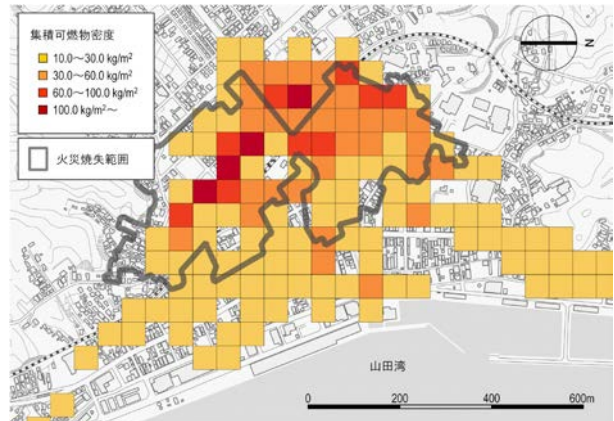


図4 ネットの集積可燃物密度の推定結果（山田町）

津波氾濫流 j		発生確率 p_j	集積可燃物密度 w_{jk}	
潮位	海岸構造物			
津波断層モデル	上側25%平均潮位 0.25	機能保持 → 0.33	$p_1 = 0.083$	μ_{1k}, σ_{1k}
		機能半減 → 0.33	$p_2 = 0.083$	μ_{2k}, σ_{2k}
		機能喪失 → 0.33	$p_3 = 0.083$	μ_{3k}, σ_{3k}
	平均潮位 0.5	機能保持 → 0.33	$p_4 = 0.167$	μ_{4k}, σ_{4k}
		機能半減 → 0.33	$p_5 = 0.167$	μ_{5k}, σ_{5k}
		機能喪失 → 0.33	$p_6 = 0.167$	μ_{6k}, σ_{6k}
	下側25%平均潮位 0.25	機能保持 → 0.33	$p_7 = 0.083$	μ_{7k}, σ_{7k}
		機能半減 → 0.33	$p_8 = 0.083$	μ_{8k}, σ_{8k}
		機能喪失 → 0.33	$p_9 = 0.083$	μ_{9k}, σ_{9k}

$$\text{ネットの集積可燃物密度 } w_{net,k} \quad \mu_{net,k} = \sum_{j=1}^m p_j \mu_{jk} \quad \sigma_{net,k}^2 = \sum_{j=1}^m p_j^2 \sigma_{jk}^2$$

図2 ハザードマップ推定に用いるイベントツリー

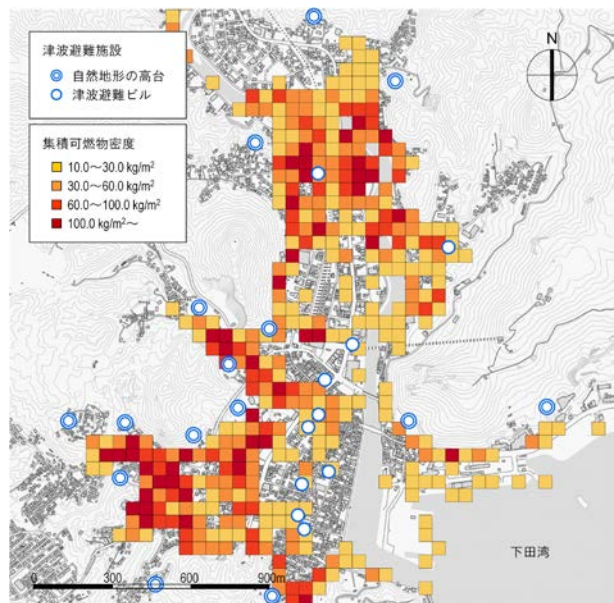


図5 津波火災ハザードマップの推定結果（下田市）