

広域避難計画の策定における垂直避難の可能性に関する基礎的考察

名古屋工業大学	学生会員〇忽那篤志	防災科学技術研究所	正会員	飯塚聡
防災科学技術研究所	正会員 村上智一	防災科学技術研究所	正会員	下川信也
ハイドロ総合技術研究所	正会員 川崎浩司	名古屋工業大学	正会員	秀島栄三

1. はじめに

想定を超える大規模災害に対応するために広域避難の枠組みを固めるなど自治体間での連携の動きが出ている。一方で、広域避難については多くの課題が残されている。そこで、広域避難計画を補完するための垂直避難に焦点を当てる。本研究では、対象地域内の避難を垂直避難と捉え、避難場所として建築物の高層域を利用することの可能性を探る。

表-1 避難形態の設定

垂直避難	居住している地域内にある、最大浸水深を上回るフロアがある避難所に避難すること。
広域避難	居住している地域外の避難所に避難すること。

表-2 想定する物理的条件

物理的条件	case01	case02	case03	case04
気象条件	現在気象時の 可能最大高潮条件 (防災科学技術研究所 による計算)		将来気象時の 可能最大高潮条件 (防災科学技術研究所 による計算)	
水防施設	無	有	無	有
設定潮位	T.P +1.20m 朔望平均満潮位		T.P +1.79m 朔望平均満潮位 + 海面上昇	
計算設定条件	計算時間:27時間 計算時間間隔:Δt=0.1sec 鉛直層分割数:2層			

2. 浸水被害と避難行動の想定

名古屋市港区の西築地・港楽学区周辺を対象とする。対象地域を町丁目単位で区切り、その区画を一つの地区として考える。同地域は伊勢湾湾奥部に位置し、伊勢湾台風級の台風能耐える堤防・防波堤等が整備されてきた。本研究ではわが国で過去最大級の室戸岬台風の規模の台風が伊勢湾台風と同じ進路を辿ることとした大規模災害（以下「スーパー伊勢湾台風」と呼ぶ）を想定した計画を検討する。

避難者は垂直避難・広域避難のどちらかを必ず行うものと仮定する。風雨などによって避難不可能となる状況は考慮せず、移動手段は徒歩のみとする。

表2に示すように、気象条件と水防施設の有無についてそれぞれ2つの場合分けをする。水防施設の有無では、災害発生時における水門や防潮扉の開閉状態を示す。

避難がどのように行われるかを地図上に示すために、居住状態・建築物・道路の分布を電子地図上で表現する。GISソフトウェアとしてインフォマティクス社SISを用いる。図1は基盤地図情報から対象地域の地図データ（海岸線、水涯線、建築物の外周線、道路線、町字界線、町字の代表点）を取得し、避難場所の位置データと重ね合わせて作成した。さらに出発地点と避難場所を結んだ避難経路と浸水深分布を重ねる。建物密集地に当たる部分の浸水深については粗度係数を上げている。



図-1 建物、浸水深などの地理的分布

3. 避難行動の記述と分析

前章の想定をもとに避難行動に関するデータを算出する。各地区の検討対象者数に関しては、居住人口

に浸水面積と総面積の面積比を乗じて算出する。

避難形態についていくつか仮定を置く。垂直避難・広域避難ともに、避難者は地区の代表点に集結して居住すると仮定し、避難者集団は点として固まって移動するとみなす。

垂直避難については、避難者が最寄りの避難所の最上階へ避難する状況を想定する。ただし、収容可能人数を超えた場合は次に近い避難所への避難を考える。配分した人数を垂直避難者数として算出する。対象地域内の名古屋市が指定した洪水・内水時の指定緊急避難場所及び津波避難ビルを、垂直避難が可能な場所とした。便宜上、避難所の収容能力は最上階に集中しているとして計算を行う。津波避難ビルの収容可能人数は名古屋市港区役所よりデータを得た。指定緊急避難場所の収容可能人数は式(1)より算出した。浸水する避難所は浸水の程度に応じて使用不可能な階数を決め、収容能力をその分を割り引いた。

$$M = \left| \left(1 - \frac{F_{not}}{F} \right) A_s FDR \right| \quad (1)$$

ただし、 M :収容可能人数(人)、 F_{not} :使用不可能階(階)、 F :階数(階)、 A_s :床面積(m^2)、 D :収容密度(1人/ m^2)、 $R(=0.1)$:利用可能率

広域避難については、避難者が対象地域北端部に設定した避難目標地点まで避難する状況を想定する。検討対象者数から垂直避難者数を引いた人数を要広域避難者数とする。

避難所要時間は式(2)、(3)より算出する。式(2)右辺の第2,3項は水平移動、垂直移動に関する項である。

$$T_v = T_r + \left(\frac{D_v}{V_h} \right) + \left(\frac{H}{V_v} \right) \quad (2)$$

$$T_e = T_r + \left(\frac{D_e}{V_h} \right) \quad (3)$$

ただし、 T_v :垂直避難所要時間(min)、 T_r :避難準備時間(min)、 D_v :避難場所までの距離(m)、 V_h :平面歩行速度(m/s)、 H :避難所最上階までの高さ(m)、 V_v :階段歩行速度(m/s)、 T_e :広域避難所要時間(min)、 D_e :避難目標地点までの距離(m)

本研究では、浸水に遭遇せず避難完了できる最も遅い避難開始時刻を避難可能最遅時刻と呼ぶ。この時刻は避難行動を時間的に決定する要因であるため、計算から求める必要がある。

避難可能最遅時刻の算出は、避難経路上に設置した分析ポイントの浸水開始時刻から分割した各区間の避難所要時間を差し引いていく。これは、地区の代表点から最も遠い分析ポイントから順に行う。避難可能最遅時刻が浸水開始時刻よりも遅くなったポイントは、両者が同時刻として計算を続ける。

図2では、縦軸を時間、横軸を距離として避難可能最遅時刻の算出を視覚的に示している。ここでは、分析ポイント3の浸水開始時刻を基準に区間の所要時間を差し引いて避難可能最遅時刻を求めている。分析ポイント1では浸水開始時刻に合わせて避難可能最遅時刻が繰り上がっていることが分かる。

4. おわりに

本研究では、建築物の高層域を避難場所とする垂直避難の可能性を探る。そのために、浸水状況に応じた対象地域内の避難者収容能力を推計し、垂直避難の導入で避難開始のタイミングを広域避難よりどの程度遅くできるかを示す。前者については要広域避難者数、後者については避難可能最遅時刻を算出してそれぞれ明らかにした。これらの値を比較することから広域避難の対象者数が明らかとなる。これらの分析と考察の結果は発表会にて報告する。

謝辞 データを提供して頂いた名古屋市港区役所に記して謝意を表する。

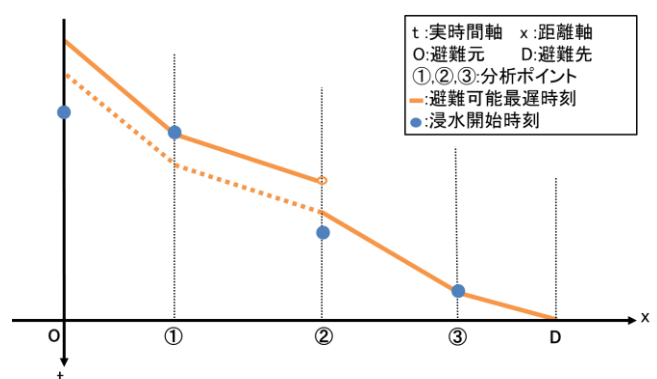


図-2 避難可能最遅時刻の算出