津波避難場所の誘導効果とそれを踏まえた設置場所のあり方に関する研究

◯桑沢敬行[1]・細井教平[1]・片田敏孝[2]

[1]群馬大学大学院理工学府広域首都圏防災研究センター研究員（（株）IDA 社会技術研究所）
[2]群馬大学大学院教授

１．はじめに

近年、南海トラフの巨大地震・津波による大規模な被害想定を受け、津波避難タワーを始めとした避難場所の整備が推進されている。本研究では、この様な背景を受けて津波避難場所の設置場所のあり方を検討することを目的とした分析を実施した。本分析は、津波避難シミュレーション（片田・桑沢 2006）を効果的に用いることによって、「1.既存避難場所や避難路の影響を踏まえて、対象地域のあらゆる地点における避難場所整備による人的被害の低減効果を把握することで、効果的な設置場所だけでなく避難誘導に及んだ評価を行う」ことや「2.津波氾濫や住民避難といった不確定で動的に変化する要素を考慮するとともに、その配置や住民対応に依存して発生する避難場所整備の負の影響を加味することにより、想定困難な津波災害時においても効果が期待できる対策を検討できる」こと等が特徴である。

２．津波避難支援策の評価方法

本研究では、現状に対して人的被害を最も大きく低減させることができる津波避難支援策を把握することを目的としている。また、評価する避難支援策としては、「新規避難場所整備」と「避難誘導」を対象とした。

（１）新規避難場所整備の評価方法

新規避難場所整備の評価指標には、既存の避難場所のみによる現状と比較して、評価対象とする地点（以下、評価地点と呼ぶ）一箇所に新規避難場所を追加した場合の被害者の低減人数を用いる。なお、既存避難場所については、それぞれの規模に応じた収容可能人数を考慮するが、評価対象とする新規避難場所については、収容可能人数を無限大として表現し、最終的に収容された避難者の人数から新規避難場所に求められる規模を把握する。

（２）避難誘導の評価方法

本研究では、避難者に対して避難開始地点よりも高台にある最寄りの避難場所に避難する行動規範を設けている。この条件において避難誘導による人的被害の低減効果は、新規避難場所整備の評価と同時に把握することができる。効果的な新規避難場所の評価地点が氾濫域外にあり、その場所が既に移動や滞在可能な場合は、実際には避難場所を整備する必要はなく、その地点や方向へ避難者を誘導するだけで人的被害低減を達成することができる。なお、避難誘導の検討を同時に実施する必要から、新規避難場所整備の評価地点は、候補地等に限定せず、対象地域に網羅的に設定する必要がある。

３．津波避難支援策のシミュレーション分析

尾鷲市市街地を対象に津波避難支援策の評価分析を実施した。本分析では、津波の規模や住民の避難タイミングといった不確定要素に依存した検討を避けるため、L1、L2 相当の津波と地震発生5分後から20分後まで5分間隔で設定した避難タイミングを組み合わせた8ケースの計算を実施し、発生した被害者数の平均値を評価に用いた。

（１）新規避難場所整備による被害者の低減効果

新規避難場所整備による各評価地点の被害者の低減人数を図-1に示す。また、図-2は、被害者の低減人数が50人以上となった上位評価地点を抽出するとともに、図-1に示した地域別にグループ分けし、これらの評価地点における避難場所整備で被害を免れた住民（以下、改善者と呼ぶ）の居住地を示したものである。図-2からグループA、Bの評価地点を見ると、いずれも氾濫域外、もしくは比較的浸水深の浅い氾濫域の先端部に位置しているのが分かる。また、改善者と周辺の既存避難場所の分布とを合わせて見ると、改善者から最寄りの既存避難場所の多くは氾濫域内にあり、既存避難場所のみを対象とした場合、最後まで氾濫域内を避難することになる（図-2青矢印）。次に、上位評価地点の分布を見ると、付近に既存避難場所が存在しないことに加えて、改善者から見て氾濫域から早く逃れることができる方向（図-2赤矢印）に位置していることが分かる。以上の結果から、グループA、Bに見られる被害者の低減は、避難場所整備により早く避難が完了する住民が増加する緊急避難場所としての効果に加えて、最寄りの高台方向等に新規避難場所が整備されたことによって、結果的に氾濫域から迅速に逃れる方向に避難した住民が増加したという避難の誘導効果による影響も含まれていると考えられる。

（２）新規避難場所整備による負の誘導効果

特に氾濫域内に避難場所を整備した場合、その影響により却って被害を受ける住民が発生する負の効果が生じる。被害者の低減人数は、改善者の規模とこの負の効果を相殺した結果であり、負の効果を内包していることに注意する必要がある。**図-3**は、50人以上被害が増大した下位評価地点とその地点に整備された避難場所の影響により逆に被害を受ける様になった住民（以降、改悪者と呼ぶ）の分布である。改悪者は、最寄りとなる既存避難場所が内陸方向に位置していることから、既存避難場所のみを考慮した場合、氾濫域から離れる方向（**図-3**青矢印）へ避難することになる。下位評価地点と改悪者の位置関係を見ると、内陸側から海岸に向かって避難した場合に加えて（**図-3**赤矢印）、特に避難先が河川沿線等の比較的氾濫タイミングの早い地域の場合は、海岸に沿った南北方向の避難を行う場合においても被害が拡大することが分かる（**図-3**黄矢印）。なお、標高を考慮せず純粋に最寄りの避難場所に避難するように行動規範を変更した場合、氾濫域内のほとんどの評価地点において改悪者の規模が増大した。さらに、この傾向は河川沿線や低平地等のより早く氾濫する地域において顕著に見られた。

４．分析結果のまとめ

人的被害規模を評価指標とした避難場所の最適整備箇所は、氾濫のタイミングが早く高台まで遠い沿岸部ではなく、氾濫域の先端部に近く付近に避難場所の存在しない地域であった。この結果は、当該地域においては、沿岸部の緊急避難場所整備よりも適切な避難誘導の実施による効果の方が大きいことを示すものである。また、緊急避難場所としての機能を評価した場合、最も効果的な整備箇所は、北部沿岸の200～300m程内陸側の地域（**図-1**地域C）であり、最大で200人を超える被害低減となった。ただし、氾濫域内の避難場所整備は、危険な避難行動を誘発させ被害を拡大させる危険を伴う。この負の効果は、より氾濫が差し迫った事態において顕在化する傾向があることに加えて、距離的に近いという理由だけで氾濫方向や氾濫と垂直方向への避難が行われた場合、さらなる被害の拡大を招く。この様な点から、氾濫域内の避難場所については、十分な検討の上に利用場面や対象者を定め住民に周知徹底を図ることが非常に重要であると言える。

本研究の結果を踏まえるならば、津波避難タワーの最も効果的な活用形態は、氾濫から効率的に逃れるための方向を示すシンボルとしての役割を主とし、避難途上において津波が目前に迫った場面においてのみ逃げこむ施設とすることである。ただし、津波避難タワーが有する誘導効果を防災教育や標識設置等の他の対応に求めることができるのであれば、前段の注意点への対応が厳行されることを前提として、より氾濫域から逃れることが困難な地域において整備すべきである。

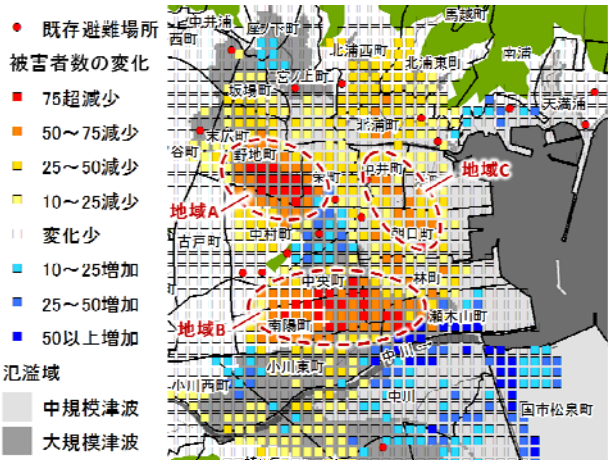

図-1　評価地点の新規避難場所整備による被害者の低減人数

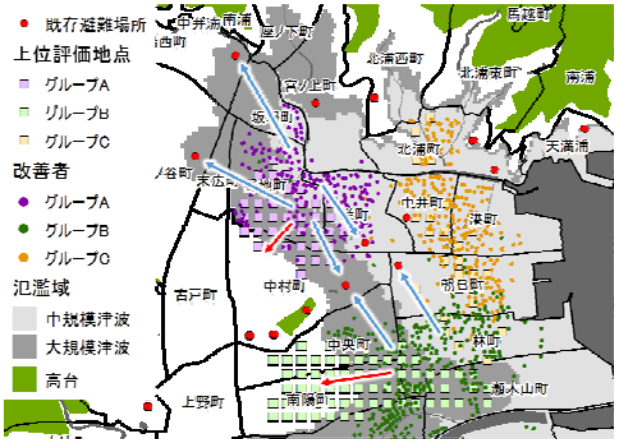

図-2　上位評価地点による改善者の分布

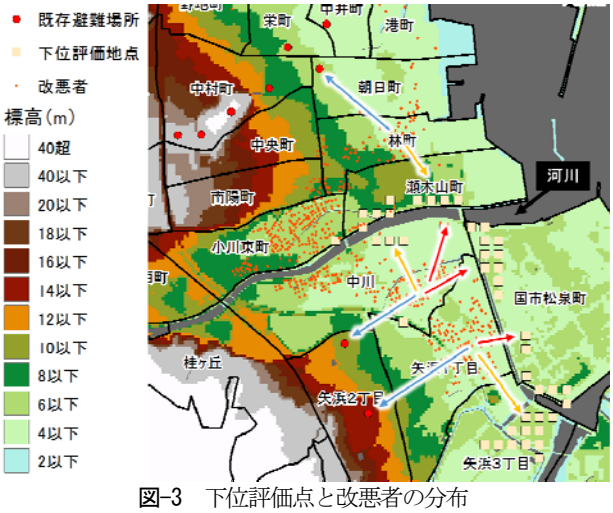

図-3　下位評価点と改悪者の分布

謝辞：本研究の遂行に当たっては，尾鷲市からの協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

片田敏孝，桑沢敬行（2006），津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発，土木学会論文集D，Vol.62，No.3，pp.250-261.