

【修士論文要旨】

浜松市沿岸部における津波避難施設の圏域分析 —避難に影響する環境条件に注目して—

佐 野 浩 彬*

I はじめに

本論文の目的は、津波避難施設の圏域分析を通じて、津波避難時における空間的制約と時間的制約を検討した場合の避難の可能性を明らかにすることである。とくに、本論文では GIS によるネットワーク解析を利用して、道路傾斜による歩行速度の減退や、避難時の通行障害となる地点を環境条件として設定した場合における避難への影響度も分析した。

2011（平成 23）年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（以下、東日本大震災）は、死者 15,889 人、行方不明者 2,598 人の被害をもたらした。この震災による津波の死者数は、全体の約 9 割を占める。また、津波被害がリアス式海岸だけでなく、遠浅海岸に面する平野部でも発生している特徴がある。実際に、遠浅海岸に面する仙台市若林区や名取市では、津波高は 10 m 未満であるが、内陸へ約 5 km にわたって浸水した¹⁾。

津波から身を守るためには避難することが重要であり、その最大の条件は津波が浸水する前に、津波避難施設へと到達できるかということである。そのときの避難者の行動を時系列で考えると、①災害発生の認知、②避難行動の開始、③水平避難、④垂直避難の 4 段階となる。つまり、これらの避難行動にかかる時間が、津波到達前に行われるという時間的制約の検討が必要となる。さらに、津波避難の条件となる要素には、避難者が街路上しか移動できないという空間的制約がある。また、街路ネットワーク自体にも、傾斜や災害時に通行不能となる地点などの環境条件が含まれている。こうした点は、GIS の解析技術の発展と空間情報の精緻化によって解析が可能となり、本論文でもその手法を援用した。

II 避難圏域の算出手法と環境条件

津波避難施設への到達可能性を明らかにするためには、津波が浸水する前に施設へと到達することのできる空間的領域、すなわち避難圏域を把握する必要がある。避難圏域について、本論文

*国際人間学研究科歴史学・地理学専攻 博士前期課程

では「想定される津波浸水域内に居住する人々が、津波が内陸へと浸水する前に津波避難施設へ到達し、かつ施設の高所へと移動する時間的制約を含めた場合において、街路ネットワーク上での移動が可能な空間的領域」と定義する。

避難圏域を算出する²⁾にあたり、避難者となる個人を一人ひとり設定することは、事実上不可能である。そのため、本論文ではモデル化された避難者を想定した。そこで、避難の条件としては、総務省消防庁「津波避難計画策定指針」に記載されている基準を援用し設定した（表1）。そして、避難施設への到達可能性を評価する視点では、①街路ネットワークのみの場合、②傾斜による歩行速度減退を考慮した場合、③河川・鉄道などの通過障害地点を考慮した場合、④傾斜条件と通行障害条件の両方を考慮した場合の4パターンを検討した。また、それぞれの避難圏域内に属する想定避難人口を算出して、その数値を比較した。

表1 本論文における各種設定

要素		設定					
「避難」の定義	①避難者	徒歩避難のみ（自転車、自動車による避難は検討しない）					
	②避難時の歩行速度	健常者：1.0m/秒（≒約4.0km/h）					
	③避難施設の選択	最寄りの津波避難施設を知っている					
	④避難経路選択	避難施設までの最短経路を選択する					
	⑤避難可能な最大距離	500 m 程度					
	⑥屋外避難開始	地震発生5分後（津波は地震と同時に発生すると想定）					
環境条件	避難者の属性	一般健常者					
	日時・気候	休日・昼、晴天					
	指定避難施設	『浜松市地域防災計画』 ³⁾ から対象地域に含まれる52施設					
	道路データ	OpenStreetMapより線データを生成、道路データのみを抽出					
	人口・面積	平成22年度国勢調査 空間データ（基盤）：「浜松市西区」					
	道路傾斜（標高）	国土地理院基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュ（5mDEM）から傾斜角を算出し、傾斜角に応じた重み係数（下記表）を道路データに付加					
		傾斜角度	0～2.9	3.0～7.9	8.0～14.9	15.0～19.9	20.0～
		重み係数	1.0	0.9	0.75	0.6	0.5
	通行障害地点	橋、トンネル、踏切、地下道：97か所					

Ⅲ 対象地域における地域概要と被害想定

対象地域は、静岡県浜松市沿岸部に位置する西区を取り上げる。西区は浜松市の西南部に位置し、三方原台地と浜松低地西側が区域にあたる。浜松低地の地形としては、東西方向に内陸側から6列の砂州が発達している特徴が挙げられ⁴⁾、いくつかの浜堤がみられるなだらかな平野と

なっている。また、この地域は、江戸時代に「舞坂宿」を中心とする宿場であった。しかし、明治期の宿駅廃止以降、住民は宿駅から漁業へと経済活動を転換し、さらなる定住化が進んだ。第二次大戦期以降は、多くの住民が浜松市や鷺津町（現 湖西市）への第二次産業の勤労者となる傾向が高度経済成長期を通じて続き、現在に至っている⁵⁾。

浜松市における南海トラフ巨大地震の被害想定は、静岡県第4次地震被害想定レベル2の地震・津波にもとづいている。その想定では、津波高は西区で最大14 m、内陸への流入は地震発生から22分後だとされている。新川より南側がほぼ全面的に浸水すると想定されており、とくに浸水深2 m以上の浸水が想定される場所は海岸線から約1 kmの国道1号線より南側に集中している。津波による死者数は全体で約16,610人と想定され、死者数全体の7割を占めている。このうち西区では、約10,000人が津波による死者数に相当するとされている。こうした津波被害が想定されるにあたって、行政も対策を進めており、主な対策としては、①浜松市津波防災地域づくり推進計画の制定、②沿岸部における防潮堤建設、③津波避難施設の指定と新設が挙げられる。

Ⅳ 浜松市沿岸部における津波避難施設の圏域分析と環境条件の影響度

図1は、ネットワーク解析から算出された津波避難施設への到達可能性を、それぞれの条件における避難圏域のかたちで示したものである。まず、注目されるのは対象地域の中央部にみられる空白地域である。そもそも、中央部には津波避難施設が立地しておらず、避難圏域には含まれない範囲が存在することは容易に推測される。

環境条件による影響をみると、②傾斜条件を考慮した場合では、舞阪町・表浜公園付近などの浜堤になっているところで避難圏域の縮小がみられるほか、篠原町のJR東海道線付近でも縮小がみられる。③障害条件を考慮した場合では、JR東海道線や新幹線の線路付近において、線路を超えないかたちで避難圏域が描かれているという特徴がある。そして、④傾斜条件と障害条件の両方を考慮した場合では、②傾斜条件と③障害条件で特徴的な避難圏域の縮小をみられたところが、そのままのかたちで縮小している。

次に、避難圏域を数値的な面から検討した。なお、想定津波浸水域（～0.3 m）内には44,223人が居住している。まず、直線移動を想定したバッファでは、31,386人が避難圏域に含まれるとされ、その人口カバー率は71.0%である。一方で、①街路ネットワークのみを考慮した場合では、想定避難可能人口が20,480人とされており、そのカバー率は46.3%となっている。また、②傾斜条件を考慮した場合の試算では18,896人、③障害条件を考慮した場合では18,769人、そして、④傾斜条件と障害条件の両方を考慮した場合では17,206人という数値がそれぞれ算出されており、環境条件を考慮するとカバー率が低下していることが指摘できる。

また、各避難施設の避難圏域がどのように変化しているかを面積値から検討した。結果として、②傾斜条件を考慮した場合の影響では、いくつかの施設において避難圏域の縮小のみがみら

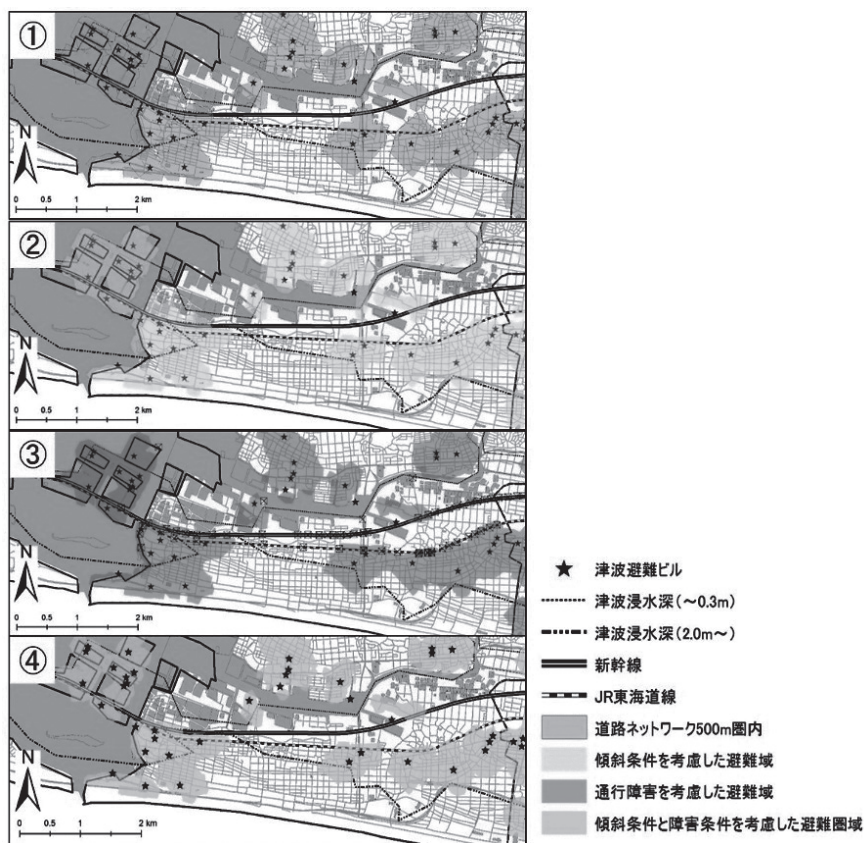


図1 避難圏域の分析結果

図は上から、①街路ネットワークのみを考慮した場合、②傾斜条件を考慮した場合、③通行障害を考慮した場合、④傾斜条件と障害条件の両方を考慮した場合の避難圏域の算出結果である。図のなかにおいて、桃、黄、緑、青色のいずれかがついているところが避難圏域であり、そのほかは避難圏域に含まれない空白地域となる。なお、この避難圏域では、避難所の収容人数制限を設けていないため、必ずしも避難圏域に含まれるすべての人口が避難可能であるとは限らないことに注意されたい。

れた。一方で、③障害条件を考慮した場合の影響では、避難圏域の縮小の度合いが、②傾斜条件に比べて大きいことが指摘された。さらに、③障害条件を考慮した場合では、避難圏域の縮小した施設に対して、近隣の津波避難施設が避難圏域を補完する傾向がみられた。そして、④両条件を考慮した場合の避難圏域では、②傾斜条件による影響と③障害条件による影響を合わせたかたちでの避難圏域の縮小がみられた。

最後に、各津波避難施設の避難圏域から、想定される避難人口数を算出し、各津波避難施設の収容可能人数と比較した。結果として、④傾斜と障害という環境条件を考慮した場合の想定避難人口数と収容可能人数との差分を比較すると、対象52施設のうち、半数の26施設で、避難者すべてを抱えられないことが明らかとなった。建物用途別にみると、集合住宅では収容可能人数が

少ないため、避難者を抱えきれないことが指摘される。一方で、小学校や中学校といった公共施設は収容可能人数も大きく、最大で4,000人程度の避難者がそこに押し寄せても、すべての避難者を抱えることが可能となっている。ただし、避難者すべてを抱えることのできる津波避難施設が、52施設中、半数であったことは問題であり、津波避難施設の収容可能人数の拡充か、津波避難施設の増設が必要とされている。

V おわりに

本論文では、GISのネットワーク解析を用いて、静岡県浜松市における津波避難施設の圏域分析を行った。分析の考察をまとめると、静岡県浜松市における津波避難を取り巻く環境は、想像以上に厳しいものであると言える。津波避難においては、津波から時間内に逃れるといった時間的制約ばかりでなく、街路上しか移動できない空間的制約も検討の必要性があり、さらに、空間的制約に付加される環境条件にも配慮しなければならない。しかし、道路幅員など、本論文では考慮されていない条件もあり、今後は柔軟な避難者の存在や環境条件の設定が求められるであろう。また、避難圏域に影響する条件は、地域の特徴に大きく左右される。解析の結果をより現実的なものとするためには、どの条件が影響を及ぼしているか、そこからどのような解釈ができるか、明らかにする必要がある。

注・文献

- 1) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会編 2014.『東日本大震災合同調査報告 共通編2 津波の特性と被害 (CD-ROM)』土木学会. pp.99, 102-103.
- 2) 本論文では、避難圏域を算出する解析用のGISソフトウェアとして、ArcGIS10.2.1 (ESRI社)を主に使用した。ArcGISはネットワーク解析に優れており、避難圏域の算出にはNetwork Analystの「到達圏」ツールを使用した。また、本論文において、ArcGISよりもデータの修正作業などに適していると判断した場合は、Quantum GIS 2.4.0 chugiak を用途に応じて適宜使用した。
- 3) 浜松市役所危機管理監危機管理課編 2014.『平成26年度 浜松市地域防災計画 資料編』浜松市防災会議.
- 4) 松原彰子 2001. 浜名湖および浜松低地の砂州地形. 慶應義塾大学日吉紀要社会科学 11: 20-32.
- 5) 舞阪町史編さん委員会編 1997.『舞阪町史 中巻』舞阪町.