

避難困難度の地域診断結果を考慮した津波避難支援マップの提案

(株)IDA 社会技術研究所 細井 教平
群馬大学大学院工学研究科 片田 敏孝

1. はじめに

我が国は四方を海に囲まれる津波常襲国であり、平成23年に発生した東日本大震災では、東北地方を中心に、津波により多くの犠牲者が発生した。また、過去の発生の周期等から東海・東南海・南海地震の切迫性が高まっており、津波による被害が懸念される沿岸域においては、早急な対策が迫られている。東日本大震災の状況を受けて、津波災害に対し、防潮堤等の海岸保全施設だけで対応することには限界があることから、避難所の整備や避難ビルの指定等の住民避難に重点を置いた対策の重要性が高まっている。一方、沿岸部の自治体では避難先や避難経路の検討等を目的として、津波ハザードマップが整備、公表されているが、その多くは想定される津波の浸水深と自治体の指定避難施設のみを地図上で示したものである。しかし、命を守ることを第一とした避難先を考えるならば、必ずしも指定避難施設が最善とは限らず、高台や堅牢なビル等を含めた中から、適切な避難先を検討することが望ましい。

以上のような状況を踏まえ、本稿では、現状の避難対策や地理的状况等を総合的に分析することで、津波襲来時の地域の避難困難度を評価する手法を提案する。また、この手法による地域診断結果をもとにした津波避難困難度マップと、適切な避難先や避難方法の検討支援のための津波避難支援マップを提案する。

2. 津波避難、津波避難対策の現状

(1) 避難対策・避難計画の検討における避難時間考慮の重要性

東日本大震災以降、津波避難の重要性の観点から、多くの沿岸自治体で、避難場所の見直しや、緊急時の避難行動のための避難ビルの指定等が検討されている。検討の際、津波の危険度の指標として、浸水深を示した浸水想定区域図が参考とされるが、浸水深が同じ場所でも、近隣の避難施設、高所や高台の有無によって、安全の確保に要する時間が異なるため、津波に対する避難の危険度は異なる。避難を前提とした対策を考えるならば、津波で深く浸水する地域よりも、避難時間に余裕のない避難の困難度の高い地域に対し、優先的に対策を実施することが重要である。そのため、津波の浸水深のみならず、地形や周辺の施設の配置などから、避難の困難度の高い地域を把握することが重要である。

(2) 住民避難への活用における津波ハザードマップの問題

津波から身を守るための避難の対象は、必ずしも自治体の指定する避難施設が最善とは限らない。避難先の検討の際には、指定避難場所のみならず、高台や高層の鉄筋コンクリート造のビル等を含めた中から、避難距離や避難先の高さなどを踏まえ、より安全な場所を選定することが重要である。しかし、公表されている津波ハザードマップの多くは、指定避難施設のみが示される場合が多く、その他の避難先になりうる高台等の記述は限定的である。また、ハザー

ドマップ上の避難場所は、該当箇所の標高や建物階数等に関わらず、一様に示されているため、どの避難場所も同様の安全が確保されているような誤解を招く可能性も考えられる。

(3) 最善を尽くす津波避難の重要性

東日本大震災では、学校施設等の多くの指定避難場所が津波の被害を受け、避難先で犠牲になった事例もみられた。津波発生時には、想定を上回る津波の襲来も考えられるため、たとえ避難先に到達したとしても、時間的、体力的な余裕がある場合は、より安全性が高い場所へ避難を続けるといった、できうる限りの最善を尽くすことが重要である。しかし、最適な避難行動は、津波が到達するまでにどれだけ時間があるかという時間的な余裕の程度、避難者自身が歩行可能か否かや、要援護者を伴い避難する必要があるか等の体力的な制約や余裕によって異なる。例えば、日頃から持ち出し品などの準備をされていて避難に使える時間的な余裕がある住民や、体力に自信のある住民は、より遠くまで避難することが可能である。しかし、長い距離を避難しても十分な高さが得られないような、海岸から内陸まで平坦な地形が続くような場所では、余裕の有無に関わらず、近くの高い建物に退避するほうが安全な場合も考えられる。よって、時間的、体力的な余裕の有無に加え、地形や避難対策状況を考慮して地域を評価した上で、最適な避難場所や、地域の状況に応じた避難方法を検討することが重要である。

3. 津波避難のための地域評価指標の定義

前述の課題に対応するために、本研究では、避難場所の配置や階数、地形条件、道路ネットワーク、住民の時間的、体力的な余裕の有無等を総合的に分析することで、地域の避難困難度を評価する指標を定義した。また、この評価結果をもとに、地域の津波避難対策支援を目的としたマップと、住民の避難先や避難方法の検討支援を目的としたマップの2つを作成した。

周期的に発生する海溝型の地震においては、発生する地震の大小によって、地震発生から津波到達までの時間は大きく変わらないため、地域毎に津波到達時間のおおよその目安を決めることができる。津波襲来時の最適な避難行動を考えた場合、その時間内に非浸水域に到達できるかや、どれだけ安全な場所まで避難できるかが重要である。よって、地域での津波到達時間を基準として、避難に使うことができる時間（以下、避難余裕時間）を設定し、その時間内に到達できる避難先の有無や得られる高さを避難困難度の評価指標とする。ここで、避難者の状況により、地震発生から避難開始までの準備等にかかる時間は異なるため、避難余裕時間を段階的に設定し評価に用いる。また、複数の避難速度を設定することで、避難者の体力的な余裕の程度を考慮する。

(1) 段階的な避難余裕時間の設定

津波の到達時間を基準として、避難準備に要する時間等から「すぐに避難できた場合」「比較的早く避難できた場合」「避難が少し遅れた場合」「避難が遅れた場合」の4つに分類し、それぞれの避難余裕時間を設定する(図1参照)。例えば、地域への津波の到達時間の目

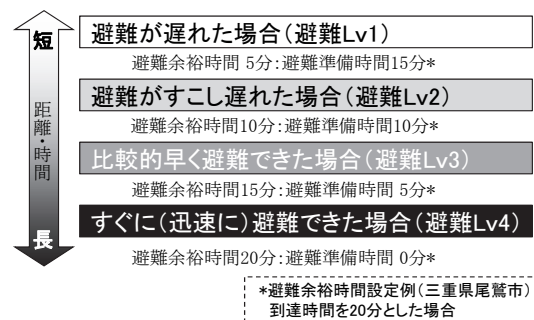


図1 避難評価のための避難余裕時間の分類

た場合」でも該当する避難先がない場合が最も困難度が高いといえ、避難対策が最も必要な箇所となる。津波シナリオ1つに対して5段階での評価となり、大小2つの津波規模の組み合わせでは15段階での評価となる(図2参照)。現状施設を反映した評価に加え、計画段階の避難施設整備や避難路整備等の対策が実施された場合を表現し、避難困難度の変化を分析することで、避難対策の効果を空間的に把握し、対策候補地の選定等に利用することも可能である。

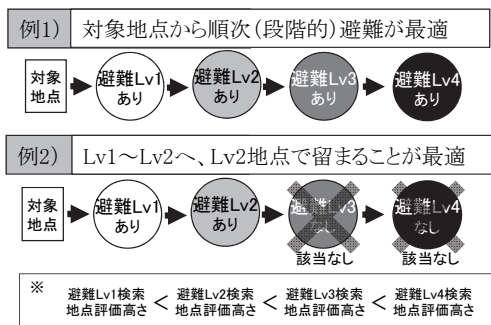


図3 最適な避難方法の評価例

(2) 津波避難支援マップ

避難困難度の指標を用いて、津波の到達時間を基準に段階的に分類した避難余裕時間毎の避難先の有無等をもとに、具体的な避難先、避難経路、避難方法を検討し、地図上に示す。例えば、避難余裕時間の各段階で該当する避難場所がある場合(図3の例1)には、避難Lv1からLv4の場所まで、段階的に順次避難していく行動が最適であると評価できる。また、避難余裕時間のなかで、途中から該当する避難先が得られない場合(図3の例2)には、それ以上は避難せずに、得られた避難先の中で最も安全な場所に留まることが望ましいという評価となる。

評価結果をもとに作成した避難支援マップを図4に示す。建物などの避難施設だけにとられない避難場所を矢印を用いて示すとともに、段階的な避難が有効な場合には、矢印を複数つなげて示すことで、より安全な方向を表示する。また、段階的な避難が逆に危険を招く場合には、最も安全な退避場所を示し、留まるように表示することで、地域の状況に応じた適切な避難行動、避難方法を示す。さらに、避難速度を変えた分析により体力的な余裕の有無を考慮した検討や、道路閉塞の考えられる道路、がけ崩れ等の危険性のある場所など、避難の際に危険と考えられる場所を反映する等で、より実践的な検討も可能である。

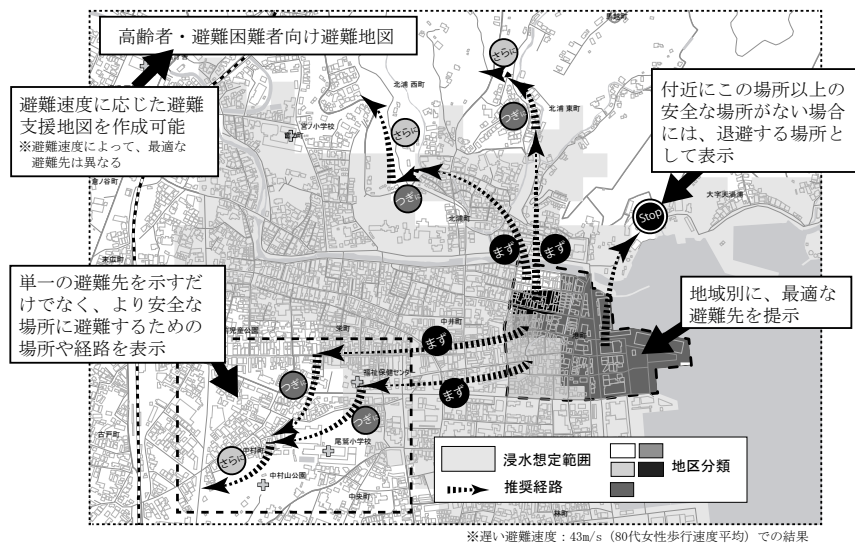


図4 津波避難支援マップ