

# 津波発生時を想定した避難行動調査手法の開発

吉田 麻由美<sup>1</sup>・日下部 貴彦<sup>2</sup>・朝倉 康夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (〒152-008552 東京都目黒区大岡山2-12-1)  
E-mail: m.yoshida@plan.cv.titech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京工業大学助教 理工学研究科土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)  
E-mail: t.kusakabe@plan.cv.titech.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京工業大学教授 理工学研究科土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)  
E-mail: asakura@plan.cv.titech.ac.jp

個人の災害リスクは、災害の発生時刻・場所のみならず、その時に個人がいる場所や、何をしているかという状態によって変動する。よって、個人のリスクの変動の詳細を把握するためには、日常時の行動を観測すると同時に、その行動時に災害が発生した場合にどのような行動をするかについて知る必要がある。本研究では、津波発生を想定した個人のリスクを整理し、個人のリスクへの影響要因を分析するための行動調査手法を構築する。構築する手法では、PP(Probe Person)調査とWEB上でのSP(Stated Preference)調査を併用し日常時と災害時の行動に関して調査する。浜松市の住民を対象に調査を実施し、その結果より、個人が選択する避難場所の傾向及びその避難行動のリスクの影響要因を検討する。

**Key Words :** *evacuation, risk evaluation, Tsunami, probe person survey, stated preference survey*

## 1. はじめに

災害による被害を軽減させるためには防災施設の整備等の行政からのアプローチだけでなく、個人の行動も重要である。これは、被災者となり得る個人が行政の行った防災施策を適切に活用してはじめて被害の軽減を図れることが少なくないからである。したがって、個人が災害に対するリスクと行政の行っている防災施策を正しく把握し、災害時によりリスクの少ない行動をとることは、災害による被害の低減には不可欠と言える。特に、東日本大震災での津波災害のように、想定外の災害が発生した場合には、ハードウェアの堅牢性のみならず、個人各々が行う行動が被害の軽減のために重要な要素となると考えられる。多々納ら<sup>1)</sup>の研究においても、個人や企業などの主体の選択行動を中心に据えた防災対策の必要性を示唆した上で、人的被害の軽減を目指した参加型リスクマネジメントの必要性の検討が行われている。

これまでの災害対策のためのリスク評価は、行政の施策評価を目的とした専門知識が不可欠なものが多い。本研究の調査対象である浜松市も個人が自宅や避難場所の位置や標高を検索し、表示させる機能を付加しつつも、その他の表示は防潮堤などの防災施設の建設の際に用いる想定浸水図と同様である。しかし、専門家と同等の知

識を一般の住民らに求めるのは困難であることから、このようなリスク評価手法を個人によるリスクの把握のために直接用いることは必ずしも適切ではなく、専門家と住民の知識の差を埋める手段あるいは、評価結果を正しい理解へと導くためのリスクコミュニケーションが必要であり、近年それに関する研究(熊谷ら<sup>2)</sup>、片田ら<sup>3)</sup>)が目ざされている。片田ら<sup>4)</sup>は、個人の危険度認識等が避難を想起するかしないか、避難を実行するかしないかにどう影響を及ぼすかについてモデル化を行っている。このモデルの推定結果を基に、住民全員が避難を行うようにリスクコミュニケーションなどを通じて意識改革された場合を仮定したシミュレーションも行なうことで、住民の意識改革による人的被害の軽減の効果が防潮堤の整備と同等の効果があることを示している。

個人が現状の自分の知識や志向に基づいて行う行動による被害リスクを把握することができれば、それに基づいた情報収集により、行動の改善が促され、人的被害の軽減につながると考えられる。また、行政側も、現状の住民の知識や志向を把握することができれば、個人のとりやすい行動や必要としている知識を把握したうえでリスクコミュニケーションを行うことができ、より効果的に被害の軽減を図れる可能性があるといえる。そのためには、個人の知識や志向を反映したリスクの計量手法及

びその評価手法を構築する必要があると言えよう。

個人の災害に対するリスクは、災害の発生時刻・場所のみならず、その時に個人がどこにいて、何をしているかという状態によって変動する。例えば、個人が災害発生時に移動可能な距離の範囲内に安全な場所があるとき災害リスクはより小さく、安全な場所に避難できない可能性が高い時には被災のリスクは高くなるためである。このことから、より具体的に個人のリスクを評価し、行動の改善を促すためには、日常時の行動を観測すると同時に、その行動時に災害が発生した場合にどのような行動をするかについて知ることが必要であると考えられる。

本研究の目的は、津波発生時を想定し、個人の行動に着目した災害リスク評価のための枠組みを整理し、評価に影響を与える行動要因を調査する手法を構築することである。第二章では、個人の災害リスク評価の枠組みとしてポテンシャルリスクの概念について説明し、本研究の対象を述べる。第三章では、プローブパーソン調査及びSP調査を活用し、ポテンシャルリスクの要素となる行動を観測した際の手法の詳細を述べる。第4章では浜松市の住民を対象として行った調査について説明し、その結果の集計分析から、津波発生時の個人の行動と個人の災害リスクの関係を分析し、災害リスクの高低を決める要因の考察を行う。

## 2. 災害リスク評価の枠組み

本章では、本研究の災害リスク評価の枠組みについて説明する。

災害発生時の個人のリスクは、災害の発生場所や規模、および被災時にどこで何をしているかという個人の状態によって影響を受けると考えられる。それらの受動的な条件と同時に、避難のタイミングや避難場所、避難経路、

避難方法などの意思決定を含む能動的な行動も個人のリスクに大きな影響を与えると考えられる。それらの行動に対する意思決定は、災害発生時に個人が得られる情報のみならず、避難場所等に関する知識、更には両者に基づいたリスクの認知が関係している。例えば、本研究の対象である津波災害では、津波到達前に安全な場所に避難できるかどうかことが最も重要であるが、津波の予測高さ・到達時刻など、適切な情報提供がされていたとしても、個人の知識が不十分であれば適切な避難場所を選べない可能性がある。また、誤ったリスク認知をすることで、選択した避難場所自体が危険であったり、津波が到達する前に避難場所に到着することができない可能性もある。このように、個人の災害へのリスクを評価する場合には、災害の受動的な条件、個人の状況、意思決定に影響を与える要因を考慮したうえで、個人が取り得る行動が安全であるか危険であるかを評価する必要がある。

### (1) ポテンシャルリスク

本研究では、災害発生時に個人が取り得る行動が危険である蓋然性をポテンシャルリスクと呼ぶこととする。本研究でのポテンシャルリスクを構成する要素を示したものが図-1である。本研究で対象とする津波災害では、個人が津波の影響を受ける場所（図中グループCの避難場所）への避難を選択する場合、避難場所自体は安全であっても津波の到達前に到着できない避難場所（図中グループBの避難場所）を選択した場合がこのリスクに相当する。グループCの避難場所は、既往のハザードマップで示される浸水想定範囲に相当するものであり、津波の規模のみに基づいて決定できるものである。一方で、グループBの避難場所は、災害の規模のみならず個人の現在地や避難開始のタイミングなど個人の災害発生時の状況に依存するものとなっている。

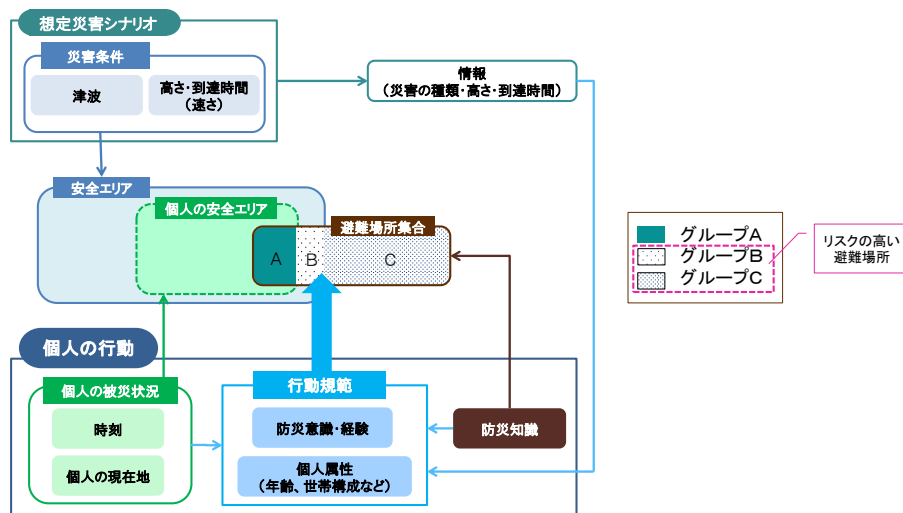


図-1 ポテンシャルリスクを構成する要素

以上をまとめると、グループAは「選択した避難場所が安全エリア内にあり、かつ津波到達前にその場所に辿りつける」場合、グループBは「選択した避難場所が安全エリアにあるものの、津波到達前にその場所に辿りつけない」場合、グループCは「選択した避難場所が安全エリアにない」場合となる。グループCに関しては津波の到達時間は関係なく、津波の規模に対して避難場所そのものが危険であるという場合である。これらのグループの内、避難する個人が危険にさらされる場合は、避難場所集合の内、グループBおよびCを選択する場合である。

## (2) ポテンシャルリスクの影響要因

本研究では、ポテンシャルリスクに直接影響する要因を行動規範と呼ぶ。行動規範とは、「個人が災害に対して何らかのリスク認知を行った上で最適だと思う行動」のことである。情報が与えられている場合は、避難するか否かの選択や、避難する場合には、個人の知識にある避難場所や経路の安全性の判断および最終的な目的地や経路の選択がこれにあたる。これは、あくまで個人が考える最適行動であるので、個人が避難場所を選択する際に、個人が知っている避難場所集合の中で、安全に避難できると評価した避難場所、すなわち図中のグループAの避難場所だと個人が評価した場合でも、誤ったリスク認知により、実際には、選択した避難場所が、グループBあるいはグループCの避難場所である可能性もある。

個人の行動への影響要因は、個人の被災状況、情報、防災知識、行動規範に分類される。情報は、災害に対する情報であり、津波の予想規模や到達予想時刻などが相当する。情報は災害の条件に基づいて提供されるが、あくまで予想であるので、必ずしも実際の災害条件と一致するわけではない。防災知識は、個人が知っている避難場所や経路の集合である。個人の知識が不足している場合には、個人が知っている避難場所集合にグループAに該当する避難場所がない場合も想定される。個人の被災

状況は、被災時刻と現在位置を基に、災害発生直前まで個人がどのような行動を行っていたかを表す。行動規範を構成するのは、個人の防災意識・経験や個人属性であるが、個人の被災状況や防災意識、情報に基づいてリスクの認知を行い、最終的な避難場所などの行動を決定するものである。

## (3) 本研究対象

本研究では、個人が現状の知識や志向に基づいて行う行動に着目することから、ポテンシャルリスクで示される項目のうち、特に個人の行動内の影響要因を整理し、それらが個人の災害リスクに与える影響を明らかにするための調査手法を構築する。個人の選択が想定災害シナリオによって、どのように変化するかということが明確になれば、安全な避難場所を選択するために、どのような要素に対して対策を行えばよいのかということも同時に考察できると期待できるためである。特に、災害発生時点での個人がいる場所と避難場所に関する知識、災害条件で決まる情報である津波の高さ (m) と到達時間 (分) の情報、個人の滞在先と避難場所の選択に関する関係に着目する。これは、災害発生時には人的被害の軽減が第一であることと、既往研究の中では避難開始タイミングを重視したものが多く、避難することを決定した後、本当に安全な場所に避難できるのかという点に関して考察されたものが少ないためである。

## 3. 調査手法

災害発生時点での個人がいる場所と避難場所に関する知識、災害条件や個人の状態と避難場所の選択に関する関係を取得するための調査手法を構築する。

図-2に本調査と図-1に示したポテンシャルリスクへの影響要因との関係を示す。調査は、災害発生時に想定される個人の状況を設定するために実施するGPSとWEBダイアリーを組み合わせた行動調査であるプローブパーズ

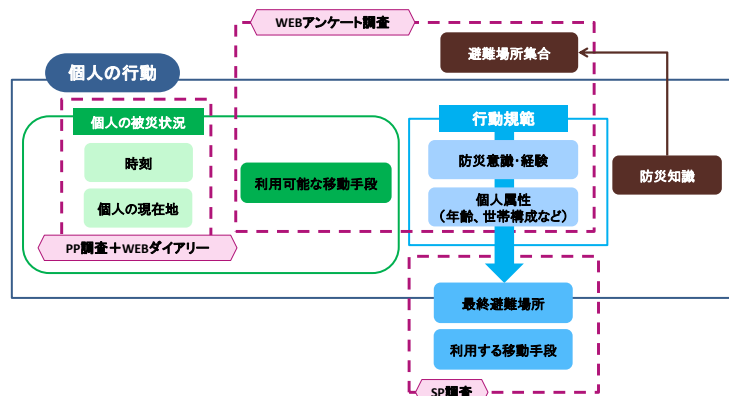


図-2 調査と個人の災害リスクの枠組みの

ン調査（以下、PP調査）、個人の避難場所などの知識を取得するためのアンケート調査、災害時の避難場所選択を観測するためのSP調査の三段階で構成される。PP調査で個人の日常時の行動データを取得するのは、まず、個人が確実に行動したことがある範囲を個人のリスク評価の対象とし、個人の行動規範になりうるパラメータを精度よく収集するためである。

### (1) PP調査

PP調査は、GPS搭載携帯電話を用いて個人の交通行動（時刻、位置情報）を連続的に記録するとともに、WEBダイアリーシステムを用いてWEB上でトリップ毎の交通目的、移動手段を調査する手法である。この調査を用いて、個人の日常の生活のなかで想定される災害発生時の状況を把握する。具体的には、勤務先や自宅など比較的被験者がよく滞在する場所を抽出することを目的としている。

### (2) WEB型アンケート調査

WEBアンケート調査は、個人の属性や防災に対する意識とともに、被験者がよく利用する場所での避難場所に関する知識を調査するものである。個人属性では、性別、年齢、勤務先、自宅位置について設問する。

防災に対する意識の項目では、最近5年以内の防災訓練参加回数、非常時用の荷造りの有無、調査対象地である浜松市で実施されている「防災ホットメール」サービス利用状況、滞在先の防災情報取得手段に関して設問を行うことで防災意識に関する指標をとする。

避難場所に関する知識では、PP調査で観測された自宅、勤務先及び移動先で、それぞれ津波災害が発生した場合に避難場所の候補となり得る場所を図-3のように地図上で選択するものである。なお、移動先とは勤務先より来訪頻度の低い場所もしくは移動中のある地点である。滞在先別に避難場所集合を収集することは、ほぼ毎日行く場所とたまにしか訪れない場所で、その場所付近の地理の詳細度に差をもたせ、それが最終避難場所に与える影響を明らかにすることを意図している。この設問では、自宅、勤務先又は移動先を地図の中心点として表示し、地図の縮尺は被験者が自由に拡大・縮小、移動できるようにし、避難しようと思う場所を思いつく限りクリックして選択できるようにしている。また、表示される地図の縮尺が影響しないように、被験者にはじめに表示される地図の縮尺は設問によってをランダムに表示させる。なお、この調査で用いた地形図は建物の外郭と名称が表示されるのみで、標高や指定避難先である建物を目立たせるようなことはしていない。

避難する可能性がある場所の集合の形成には、個人が避難の際に利用可能な交通手段が影響を与えている可能

性が考えられることから、個人がそれぞれの場所で利用可能と考えられる交通手段を自動車、自転車、自動二輪車、徒歩、その他の中から1つ以上選択する設問も行った。なお、避難時を想定していることから、選択肢には、バス、電車、タクシーなどの交通手段は選択肢に含んでいない。

### (3) SP調査

SP調査では、自宅、勤務先及び移動先のそれぞれで津波が発生した場合の避難場所選択行動を取得する。この調査では、地震直後に津波の高さと到達時間が情報提供され、避難を行うことを想定している。設問では、災害の情報及び、発生時の被験者の行動を提示した上で、被験者は避難場所を地図上で選択するとともに利用が想定される交通手段を選択する。

発生時の被験者の行動はWEBアンケート調査での避難場所集合に関する設問と同様に、自宅、勤務先及び移動先について行い、それぞれの行動に対して津波に関する情報が異なる3パターンの設問を行い、各被験者は合計で9パターンの津波情報に対する避難場所選択を行うものとした。ただし、無職の被験者に関しては自宅付近で6パターン、移動先付近で3パターンの計9パターンとした。

津波に関する情報は、表-1のパターンを組み合わせた。情報として提示される波高は、気象庁の警報・注意報の定義と東日本大震災で生じた津波の高さを参考に6m、8m、10m以上のいずれかを設定する。津波の到達までにかかる時間は、静岡防災センターによる第3次被害想定一覧<sup>9)</sup>の遠州灘海岸沿いの第一波到達時刻を考慮して、10～15分の間の1分刻みのいずれかの値とする。



図-3 SP調査ページ例

表-1 津波の想定条件組み合わせ表

場所	波高 (m)	到達時間 (分)
自宅	6	10
勤務先	10	11
移動先		12

避難場所の選択では、地図上に、WEBアンケート調査で得た各被験者の避難場所集合を表示し、それらの集合から一つ選択する形式としている。ただし、WEBアンケート調査で避難の可能性がある避難場所を選択し損ねている場合を考慮して、避難場所集合に含まれていない場所を新たに一つ選択することも可能としている。

#### (4) 調査の実施及び被験者の属性

調査は、静岡県浜松市を対象地域として平成 23 年 12 月に実施した。調査対象者の募集は浜松市役所都市計画課に依頼し、20 名を確保した。WEB ダイアリーとアンケートがパソコンで操作できれば誰でも被験者となる仕様であるが、津波に対するポテンシャルリスクを評価したいので、必ず沿岸部を通るトリップを持つ、浜名湖沿岸もしくは太平洋沿岸に自宅あるいは勤務先がある人に限定した。

被験者20名の内、1名はWEB型アンケート回答の際に外部の資料を参照して避難場所集合等を選択していることから、本調査の意図に反しているため無効とし、残りの19名のデータを分析に用いた。有効な被験者を性別で分類すると、男性11名、女性8名となっている。被験者の平均年齢は43.4歳で、40代・50代が被験者の半数以上を占めている。被験者19名のうち、2名が主婦、14名が公務員、3名が民間企業勤務である。15名の被験者が西区在住者であるが、西区は全体的に標高が低く津波の危険に晒されやすい地域である。西区には特に標高の低い舞阪町があり、西区在住の被験者の内、約37.5%が舞阪町在住者である。被験者らの自宅付近の標高に着目すると、自宅の標高が6 m以上の被験者は全体の25%程であり、被験者は全体的に低い標高の土地に住んでいる。また、被験者の全員が自動車免許を所持しており、PP調査実施期間中のトリップでも全トリップ中の約79.3%が自動車の利用を含んでいた。それ以外の移動手段では、自動二輪車を含むトリップが4.0%、自転車を含むトリップが0.9%、公共機関を含むトリップが8.6%、徒歩を含むトリップが25.4%であった。

## 4. 分析

本章では収集したデータを集計し、個人の行動に影響を与える要因を把握することを意図し、WEB型アンケート調査で収集した防災知識にあたる避難場所集合の

特性と、SP調査で選択された避難場所の特性を分析する。このことにより、災害時の滞在場所、防災知識である避難場所集合と、避難行動の関係について考察をおこなう。第一節では、WEBアンケート調査で取得された避難場所集合について分析を行う。第二節では、SP調査から得られた、避難場所の選択結果を分析し、避難場所の選択の特性とそのリスクに着目した分析を行う。

#### (1) 避難場所集合の分析

今回の調査の状況で個人の被災状況に応じて知識に差があるかを分析することを意図した分析を行う。a項では、選択された避難場所の数に着目し、b項では、選択された避難場所の特性をみるために、標高や被災時に個人がいる場所の距離に着目する。c項では、それらの避難場所の個人の状況に応じた特性について分析を行う。

##### a) 避難場所集合の要素数

被験者が避難場所集合として選択した避難場所の個数の平均値は、1人あたり約2.8箇所の避難場所を避難場所集合としている。滞在所別にみると、自宅付近で約3.5箇所、勤務先付近で約2.0箇所、移動先付近で約3.0箇所であった。自宅付近での選択個数と勤務先付近の選択個数が大きく異なることから、自宅と勤務先の要素数を比較したところ、12名の被験者が勤務先の方を少なく選択していた。また、自宅と移動先の避難場所集合の要素数を個人ごとに比較したところ、9名の被験者が自宅より移動先の避難場所を多く選択していた。図-4に個人の滞在所別の避難場所集合の要素数の累積分布を示す。この図からは、避難場所集合の避難場所の数に、特に大きな傾向の差はみられない。したがって、今回の被験者では、勤務先の避難場所集合では、より少ない地点を避難場所集合としてを選ぶ傾向があるが、特にその個数の分布に差は見られないものと推察される。また、サンプル数が少ないため、その傾向の要因は把握できなかった。

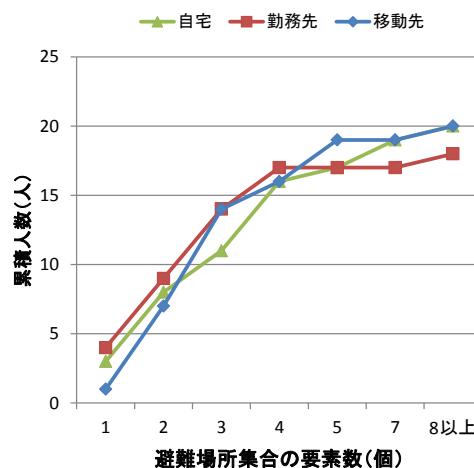


図-4 個人の状況別避難場所集合の要素数

b) 避難場所集合の要素の直線距離と標高の分布

図-5 は被験者が避難場所集合として選択した場所までの直線距離と高さの関係を示したものである。凡例はデータの個数を表している。なお、11m 以上の避難場所に関しては本調査で想定した津波高さ 10m を超えているので図中には含んでいないが、避難場所の標高が 20m までは、直線距離によらず、概ね 10 箇所以下であった。

図-5 より、標高が 2m 程度で、距離が 1.5km までの範囲である避難場所が避難場所集合として最も選ばれやすくなっている。このことから、被験者の避難場所集合は、避難場所の標高よりも、被災地点からの距離を重視して構築されている傾向があることが分かる。しかし、標高 2m の地点は津波の際に被害あいやすく、非常に危険である。近隣の小学校のグラウンドなど、近い避難場所に迅速に避難するということが必ずしも安全に繋がるわけではないということを周知していく必要があると考えられる。

c) 避難場所集合と避難時の移動手段

図-6 は、被験者が避難する可能性のある避難先として選んだ場所を現在位置からの直線距離別でヒストグラムを描いたものである。この図では、被験者が避難時に利用可能であると回答した手段の内、最も早い移動手段を内訳として示している。全体的な避難場所の特徴としては、直線距離が 0.5 km 以上 1.5 km 未満である避難場所が最も多く、それ以降はおおむね直線距離に応じて減少している。

避難時に利用可能な移動手段に着目すると、より遠い避難場所では、より速度の速い移動手段を選んでいる人の割合が大きくなっていることが分かる。より詳しくみると、0.5km 未満の場所に関しては、徒歩の占める割合が最も高く、2.5km 以上ではほとんど選択されていない。移動手段の割合に着目すると、自動車 33.9%、自動二輪車 1.8%、自転車 8.8%、徒歩 55.6%であった。自動車と徒歩の割合が高いことから、PP 調査で取得された普段のトリップで用いている交通手段を避難行動時に用いやすいといえる。

滞在先別（自宅・勤務先・移動先）に避難場所集合の避難場所数のヒストグラムを作成したものが図-7-9 である。累積分布をみると、どの滞在先も 1.5km 未満までに 70% 程度のサンプル数が含まれている。よって、滞在先別に 1.5km 未満のサンプルを中心に考察していく。

自宅は、他の滞在先に比べると 0.5km 未満の避難場所が最も少ない。これは、約 75% の被験者の自宅の標高が 6m 未満であることと大きく関係すると考えられる。自宅付近の地域は全体的に低地になっているため、0.5km 未満では安全に避難できる場所がないと被験者はとらえていると推察できる。また、他の滞在先と比較して 0.5km 未満 1.5km 以上の避難場所数が最も多いのも、な

るべく近い避難場所を選択したいが、安全だと思われる場所がないため次の距離帯に属する場所を選択したと推察できる。

移動手段の割合に着目すると、自動車が 40.4%、自転車が 22.1%、徒歩が 37.5%となっている。0.5km 未満の避難場所で、最速移動手段で徒歩を選択しているサンプルがないのは特徴的であるが、原因は不明である。約 3% の差ではあるが、自動車を移動手段として選んだ方が多いのは、先にも述べたように、自宅付近が低いから近場に逃げて危ないと考えている被験者がいるからだと推察できる。

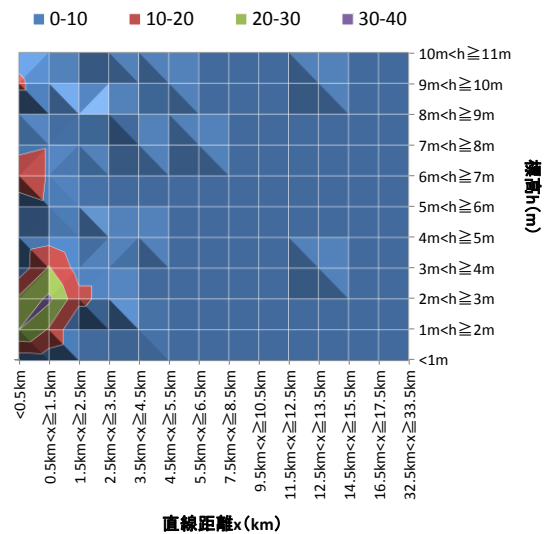


図-5 避難場所までの直線距離と標高の関係

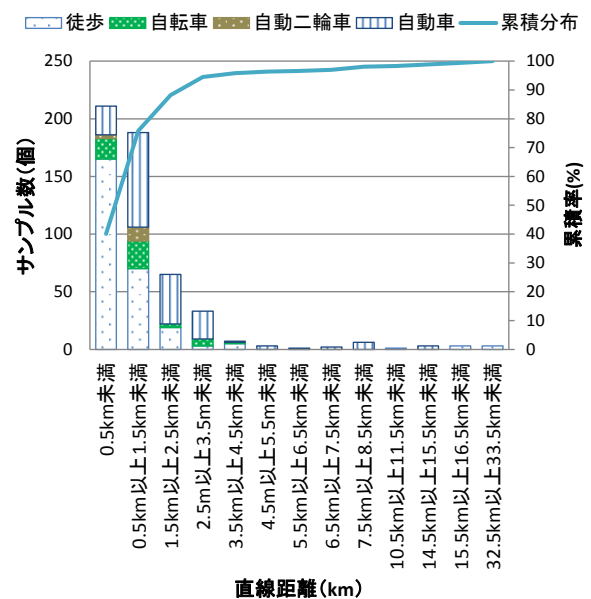


図-6 避難開始地点から避難場所までの直線距離（全体）

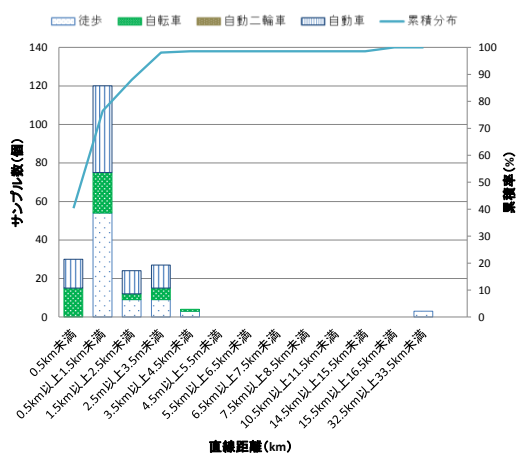


図-7 避難開始地点から避難場所までの直線距離（自宅）

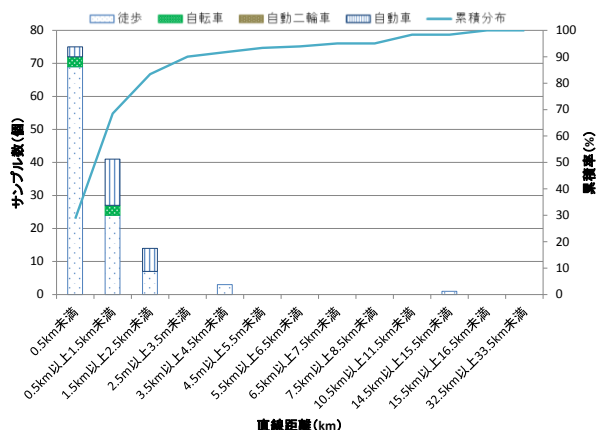


図-8 避難開始地点から避難場所までの直線距離（勤務先）

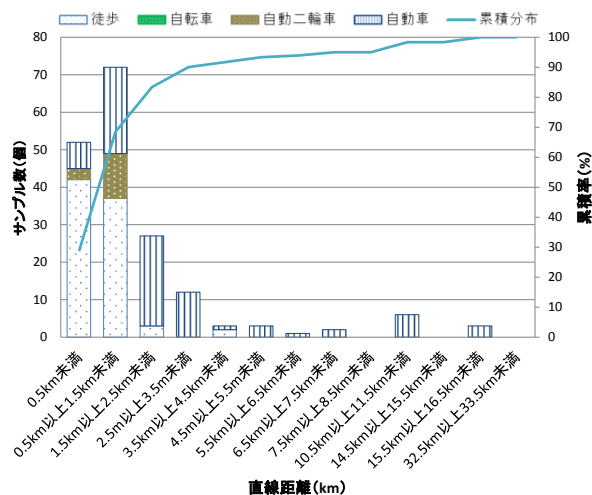


図-9 避難開始地点から避難場所までの直線距離（移動先）

勤務先は他の滞在先と比較して 0.5km 未満の避難場所数が最も多い。これは、自宅や移動先の標高と比較した際に、ある 1 箇所の勤務先を除いて比較的高い場所にあるからであると考えられる。自宅と勤務先を比較すると、被験者 17 名の内、13 名が自宅より勤務先の方が標高が高かった。また、除いた 1 箇所の勤務先は 3 階建て以上の建物であり、浜松市が避難場所として指定している。

よって、ほぼ全員の被験者が自宅よりも勤務先の方が安全だと捉えている可能性が高い。これは、1.5km 未満の移動手段の割合が、自動車が 24.2%、自動二輪車が 12.1%、63.7%であることにも表れており、遠くに急いで避難する必要をあまり感じないので遅い移動手段でも構わないと捉えることができる。特に 0.5km 未満では徒歩の割合が 81%であるので、その傾向が強いと考えられる。

移動先に関しては、0.5km 以上 1.5km 未満の避難場所数が最も多くなってはいるものの、他の滞在先と比較すると、少数でありながら遠くの避難場所を選択する被験者も存在している。これは、移動先近辺の地理に明るくない被験者が安全な場所を遠くまで探していると考えられる。なお、移動先とは勤務先より来訪頻度の低い場所もしくは移動中のある地点を意味する。

移動手段に関しては、避難開始地点での行動および滞在先の規模に影響を受けていると考えられる。SP 調査で与えた避難開始地点は PP 調査より、実際に被験者が行ったトリップに基づいて行われている。その地点が移動中のものであれば、全ての被験者がその時点で利用している移動手段をそのまま利用できると考えている。図-7-9 より、自動二輪車を利用しようと考えている人は移動先のみであり、その中でもわずか 8.3%であるが、これらは全て直前のトリップでの移動手段を継続したものである。

避難開始地点がスーパーマーケットやアミューズメントパークなど長期滞在できる場所あるいは大規模施設である場合は、直前の移動手段ではなく、徒歩の割合が高くなっている。しかし、これが滞在先到着時刻と被災時刻の間が空いてしまっているため、駐車場に戻れないと考えて徒歩と回答しているのか、「避難は徒歩すべき」という理念に基づいて行動しているのかは、サンプル数が少ないため定かではない。

避難開始地点が長期滞在に向かない場所あるいは小規模の施設では、徒歩と自動車の選択の傾向は特にみられなかった。

#### (4) 避難場所の特性

第二章で述べたように、ある災害シナリオが設定された際に、個人の避難場所は災害条件とその地理的条件に応じて A,B,C の 3 種類のリスクのグループに分類することができる。本節の分析では、SP 調査で得られた、被験者の最終避難場所をこれらのグループに分類した上で、避難場所選択行動の特性とリスクの関係を分析する。

##### a) 避難場所のリスクの分類方法

本研究では、避難場所のグループを表-2 に示す条件で分類した。

表-2 選択肢集合の分類

名称	満足すべき条件	説明
A	$h_i - h_w > 0$ $T_i - T_a > 0$	選択肢が安全エリア内にあり、津波到達前にその場所に辿りつける
B	$h_i - h_w > 0$ $T_i - T_a < 0$	選択肢が安全エリアにあるが、津波到達前にその場所にはたどり着けない
C	$h_i - h_w < 0$	選択肢が安全エリア内でない

$h_i$ : 避難場所  $i$  の標高  
 $h_w$ : 想定された津波の高さ  
 $T_i$ : 避難場所  $i$  までの旅行時間  
 $T_a$ : 津波到達までの時間

グループ A は、「避難場所の標高が津波の高さより高く、かつ津波到達までの時間より避難場所までの旅行時間が短い場合」を示している。グループ B は、「避難場所の標高が津波の高さより高く、かつ津波到達までの時間より避難場所までの旅行時間が長い場合」を、グループ C は「避難場所の標高が津波の高さより低い場合」を示している。ここで、個人の現在地から避難場所までの旅行時間は、直線距離と、被験者が SP 調査で回答した利用可能な移動手段のうち最も速いものの速度を用いて求めるものとしている。なお、各移動手段の設定速度は、自動車・自動二輪車が 30km/h、自転車が 12km/h、徒歩 5km/h である。

b) 避難場所のリスクの分類結果

図-10 に直線距離別に避難場所の分類を行ったヒストグラムを示す。約 75% の被験者が避難する可能性のある場所として 4.5km 未満までの場所を選択している一方で、実際に避難するのは直線距離が 1.5km 未満の場所である。しかし、その距離帯の約半数の選択肢がグループ C に属している。また、2.5km 以上にはすべてグループ B に含まれる選択肢が存在している。ただし、今回の分析では、経路を考慮していないため、グループ B の避難場所である場合であっても、避難途中の経路が十分に標高が高ければ安全な避難場所である可能性はある。

c) 避難場所選択の移動手段による要因の分析

図-10 による分析では、83.6% の被験者が 1.5 km 未満という徒歩で移動できる範囲の避難場所を選択しているが、これらの被験者がそのような避難場所を選んでいる要因として、徒歩での移動を想定している可能性がある。そこで、図-11 と図-12 では、被験者が選択した 1.5 km 未満の距離帯の避難場所について、避難場所のグループごとに被験者が想定している移動手段を示す。なお、SP 調査での災害シナリオでの津波到達時間は 10 分から 15 分の範囲で設定しており、到達時間が 10 分で徒歩を選択した場合は約 833m まで移動でき、自動車もしくは自動二輪車を選択した場合は約 7.5km 移動できる。

図-11 では、0.5km 未満の避難場所を選んだサンプルの移動手段別のサンプル数を示している。グループ A を選んだサンプル、グループ C を選んだサンプルの双

方とも徒歩を選択しているサンプルが多く 78.2% の避難場所が徒歩を移動手段として選択している。一方で、0.5km 以上 1.5km 未満の避難場所を選択した被験者では、自動車・自動二輪車・自転車を移動手段として選択した被験者が、47.9% を占めることがわかる。避難場所の距離帯により移動手段が異なっていることから、0.5km 未満の避難場所の避難場所を選択した被験者では、移動手段が徒歩に制約された範囲の避難場所を選択したために安全な避難場所を選択できなかった可能性が示唆される。一方で、0.5km 以上 1.5km 未満の避難場所を選択した被験者では、多くの被験者が徒歩以外の移動手段を活用しているのにも関わらず、それらの被験者のうち 58.8% の被験者が、グループ C に属する避難場所を選択している。これらの被験者は、より遠くのより安全な避難場所を選択できた可能性があるのにも関わらず、このような避難場所を選択していることになる。このことの要因として、被験者が災害シナリオに対して安全な避難場所を判断できていない可能性が示唆される。

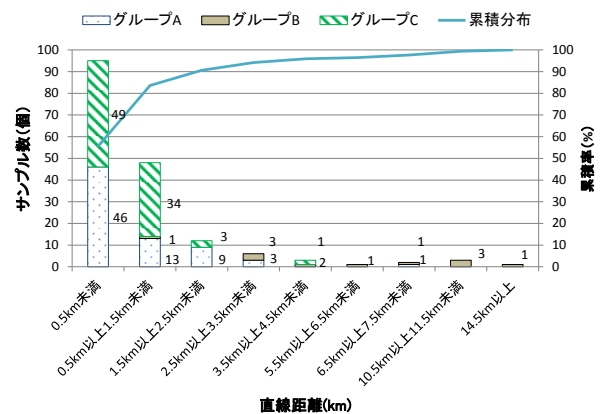


図-10 最終避難場所の直線距離と選択肢の分類

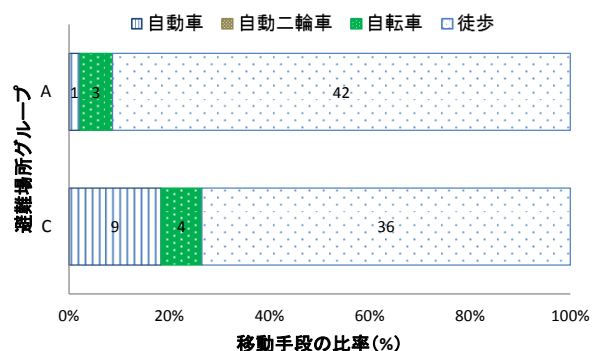


図-11 0.5km 未満の距離帯の移動手段分布



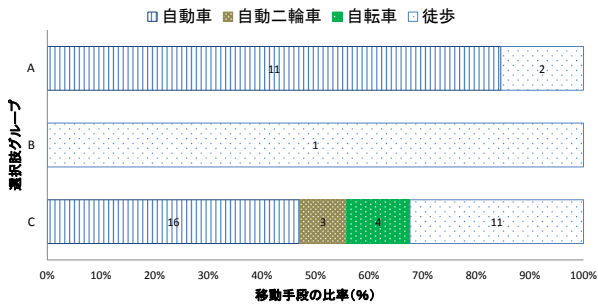


図-12 0.5km以上1.5km未満の距離帯の移動手段分布

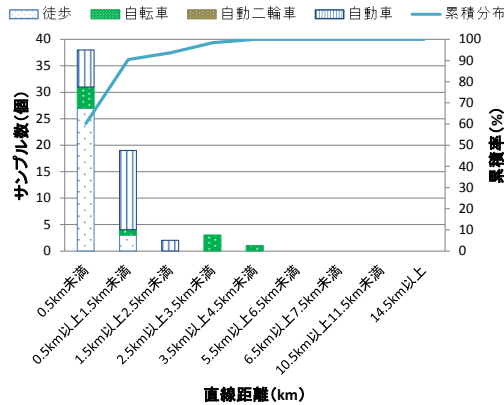


図-13 選択避難場所の直線距離と移動手段の関係 (自宅)

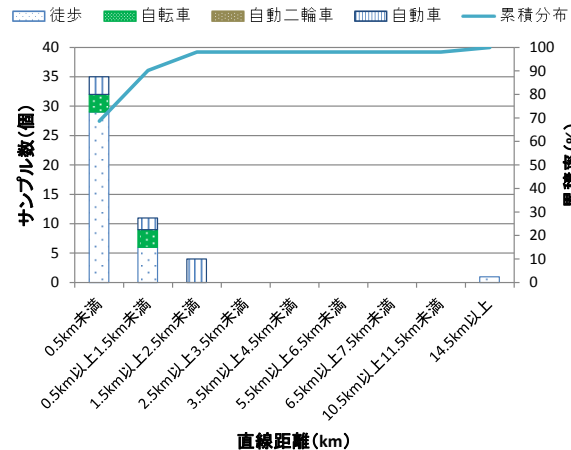


図-14 選択避難場所の直線距離と移動手段の関係 (勤務先)

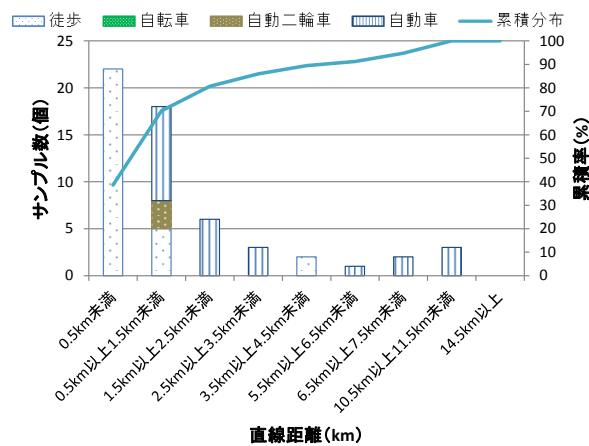


図-15 選択避難場所の直線距離と移動手段の関係 (移動先)

各滞在先について、避難場所の選択結果と避難場所までの直線距離の関係について移動手段を内訳としてヒストグラムとして表したものが図-13、図-14、図-15である。滞在先別にみると、自宅では図-7で示した避難場所集合での傾向とは異なり、0.5km未満の避難場所が最も多く選択されている。これは、WEB型アンケート調査で避難場所集合を調査した際には津波の到達時間を表示させていなかったことが関係していると考えられる。時間表示がなければ、避難場所までの旅行時間を気にせず、理想的な避難場所を選んでしたが、SP調査で表示されていた時間が想像していた時間よりも短く、新たに避難場所を追加したと推察される。

移動先に関しては、避難場所集合の時と同様に、11.5km未満までの避難先がところどころ選択されていることから、避難開始地点の近辺に詳しくない場合は、遠くの既知である避難場所に避難しようとしていると推察できる。

移動手段に関しては、0.5km未満の距離帯において、自宅が71.1%となり、図-7で示した避難場所集合での徒歩の割合が0%であったのに対して大幅に増加している。勤務先に関しては、図-8で示した81%から82.9%と僅かな増加である。移動先は、図-9で示した80.8%から100%に増加しており、実際に避難するときには、徒歩で移動する傾向が強いことが伺える。ここから、避難の際は徒歩で移動すべきという防災教育によってもたらされた固定観念が示されている。前述したように、避難場所までの旅行時間を考慮した場合、必ずしも個人の考える理想的な避難場所を実際に避難する場所として選択するわけではない。徒歩を選ばなければ、理想的とする避難場所に津波到達前に辿り着ける可能性もある。よって、徒歩で避難するという行動が個人の災害リスクを低下させるのか、今後検討していく必要がある。

## 5. 結論

本研究では、個人の災害リスクを災害条件である外的要因と個人の行動を決める意思決定的要因の2つに分けて評価する枠組みをポテンシャルリスクを用いて構築した。特に、個人がどのような要素をもって避難場所を決定するのかに着目するために、個人の避難場所に関する意思決定に含まれる要素を個人の被災状況、行動規範、防災知識の3つに分類している。また、それらの要素を収集するためにPP調査、WEB型アンケート、SP調査を設計した。浜松市を対象として調査を実施し、得られたデータ集計することで避難場所の特性を明らかにした。

個人の避難場所集合・選択避難場所共に、避難場所の

標高よりも避難開始地点からの距離を重視する傾向が見られた。また、避難場所集合の移動手段に関しては、距離が長くなるにつれて、移動手段も徒歩から自動車などより早いものへと転換する傾向がみられた。しかし、最終的に避難場所を選択する際には0.5km未満の避難場所に徒歩で移動しようとする場合が多いことがわかった。

よって、仮に、個人に十分な避難場所に関する知識を習得させ、新たに遠くの避難場所の安全性と位置を認識させても、実際にその場所に避難する可能性は低いと思われる。特に、今回の調査対象であった浜松市の沿岸部は全体的に標高が低く、必ずしも近距離に安全な避難場所があるとは限らない地域である。よって、移動手段やより遠くの避難場所への避難が必要である可能性がある。

今回の分析では避難場所の特性のみを考察し、そこへ至るまでの経路は考えていない。また、避難場所の標高も建物の高さは含まれていない。この2つを考慮し、更に詳細な考察を行ったうえで、移動手段の変更や遠くの避難場所への避難が本当に安全性を向上させるのかどう

かを今後考察していきたい。

**謝辞：**調査対象者の募集に協力していただいた浜松市役所都市計画課の皆様へ感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 多々納裕一：災害リスクの特徴とそのマネジメント戦略, 社会技術論文集 Vol1, pp.141-148, 2003
- 2) 熊谷兼太郎,小田勝也,片田敏孝,本間基寛：津波リスクコミュニケーションの効果の測定方法および判定事例, 土木計画学研究公演論文集 Vol38, 2005
- 3) 片田敏孝,木村秀治,児玉真：災害リスク・コミュニケーションのための洪水ハザードマップのあり方に関する研究, 社会学会論文集 D Vol63, pp.498-508, 2007
- 4) 川畷健一,松本卓也,多々納裕一,畑山満則：コミュニティレベルの水害リスクコミュニケーション支援システムの開発,土木計画学研究・講演集 Vol32, 2005

(2012.5.7 受付)

## BEHAVIOURAL SURVEY SYSTEM OF EVALUATION FROM TSUNAMI DISASTER

Mayumi YOSHIDA, Takihiko KUSAKABE and Yasuo ASAKURA

According to previous studies, natural disaster risk for individuals is not always quantified in their daily lives because magnitude and types of disaster are regarded more important in risk evaluation. Individuals' disaster risk depends on not only generation time and place of disaster, but individual situation. "Individual situation" in this sentence means his present location or his activity in there. On account of the fact that the risk is not same by individuals, individuals' risk must be evaluated.

This paper describes a method of data collection to recognize factors which affect individuals' risk and its assessment. Three types of surveys are carried out; Probe Person survey is to understand an individual behaviour in ordinary life; questionnaires based on the web are to collect data related personal attribute and a destination choice set of evacuation; Stated Preference survey is to collect final destination for each individual in specific situation of disaster. This study focuses on individual decision making on destinations of evacuation, especially place of refuge. This present paper clarify feature of choosing behaviour an evacuation site by classifying destination choice set.