

津波浸水想定と住民の行動意向を考慮した避難リスク評価 ー茨城県神栖市を対象としてー

Evacuation risk assessment in consideration of tsunami inundation estimation and inhabitants' action intention from tsunami at Kamisu-city in Ibaraki prefecture

○糸井川栄一¹, 中野慎吾², 梅本通孝¹, 太田尚孝¹
Eiichi ITOIGAWA¹, Shingo NAKANO², Michitaka UMEMOTO¹ and Naotaka OTA¹

¹ 筑波大学システム情報系

Faculty of Engineering, Systems and Information, University of Tsukuba

² 株式会社インフォマティクス (前 筑波大学大学院 システム情報工学研究科博士課程前期課程)

Informatix Incorporated (Previous; Master's Program in Risk Engineering, Graduate School of System and Information Engineering, University of Tsukuba)

Ibaraki prefecture government made a new tsunami inundation estimation after suffering a calamity by the Great East Japan Earthquake. It is pointed out that estimated tsunami inundation area of Kamisu city is the most extensive among coastal cities or towns in Ibaraki prefecture, and that it is increasing considerably compared with the record of the earthquake. We performed the complete questionnaire of inhabitants' tsunami evacuation behavior intention was performed for Kamisu city, where the measures for tsunami evacuation are needed. And tsunami suffered risk of residents was evaluated by laying over the the tsunami inundation time to the city area and inundation extent, based on inundation estimation, and inhabitants' evacuation intention obtained from the questionnaire.

Keywords : the Great East Japan Earthquake, tsunami, evacuation, behavior intention, Itako city

1. 研究の背景と目的

2011年3月11日14時46分頃、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の国内観測史上最大の地震が発生した。東北地方太平洋沖地震である。この地震により、広い範囲で強い揺れを観測するとともに、太平洋沿岸を中心に高い津波を観測し、特に東北地方から関東地方の太平洋沿岸にかけて甚大な津波被害が生じた。この東日本大震災における被害状況は、震災関連死を除いて、死者15,883人、行方不明者2,676人、全壊建物は126,416戸にのぼった(2013年5月10日現在)¹⁾。さらに死者の9割以上は、そのほとんどが津波によるものであった²⁾。

こうした甚大な被害を踏まえ、全国各地では津波に関する対策が見直され、ハード対策に加えて津波警報伝達の迅速化や、津波防災の意識を高め住民自身が地域の危険情報を事前に認知し、迅速・的確に回避できるようにするためのソフト対策の重要性が指摘されている。この考え方は、内閣府中央防災会専門調査会が公表した新たな津波対策の考え方³⁾にもみられ、比較的に発生頻度の高い津波(L1津波)にはハード対策を中心に、発生頻度の低いが発生すれば甚大な被害を与える最大クラスの津波(L2津波)にはソフト対策を中心に津波対策を進めていく方針が示されている。

これを受けて、茨城県では2012年8月にL2津波に基づいた「津波浸水想定」が発表⁴⁾され、沿岸の市町において浸水面積の想定が従前のものから大幅に変更された。中でも、神栖市は浸水面積が茨城県下で最も広く、また2007年に発表された浸水想定約20倍、東日本大震災の浸水実績の4.5倍となっており、津波リスクの高い地域であるということが示唆されている。

そこで、本研究では、東日本大震災では東北地方の市

町村に比較すれば津波による甚大な被害は受けていないものの、避難人口、避難場所の数、標高等の面から潜在的に津波に対するリスクが高い神栖市を対象として、津波避難時のリスク評価をすることを目的とする。

2. 津波避難リスク評価のためのアンケート調査

(1) 茨城県神栖市の概要

茨城県神栖市は、茨城県の東南端に位置し、西は利根川を挟んで千葉県香取市と、北は鹿嶋市、南は千葉県銚子市と接している。利根川、霞ヶ浦、北浦、太平洋と四方を水に囲まれた低地となっており、市内に大きな起伏は見られず、中央部がなだらかな丘陵地となっているが、市域の60%以上が標高5m以下の低地である。

また、人口は94,795人、世帯数は38,487人で(2013年4月末現在)⁵⁾、市の財政が比較的豊かであることもあり、人口・世帯数は増加傾向にある。

(2) 津波避難時のリスク評価のための情報

津波避難時のリスク評価を行う場合、津波による浸水状況の想定と住民の避難行動意向の情報が必要である。浸水状況は、前述の茨城県から発表された新たな浸水想定⁴⁾を用いる。住民の行動については、実際に行動を起こす可能性が高い避難行動意向からリスク評価するという立場に立てば、津波時の避難行動意向について住民にアンケート形式で尋ねることが妥当であると考え、避難意向に関するアンケート調査を行った。

(3) アンケート実施概要

アンケートは、提示した地震に対しての避難の有無、きっかけ、タイミング、避難先、移動手段、個人属性等を尋ねるもので、配布回収状況は、表1に示すとおりである。

3. 津波からの避難時の危険性⁽¹⁾

(1) 津波の危険性がある場合の避難実施の有無

図1は「大規模な地震により津波の危険性がある状況下において避難するかしないか」という設問の回答結果である。結果を見ると、16%の住民が避難しないと回答している。また、図2は避難しないと回答した人の割合を行政区ごとに算出したものである。同図には浸水想定に基づく浸水範囲も併記してある。この図を見ると、河川沿いに住む人は避難しない傾向にあるということ、想定される浸水範囲内においても避難しない住民が一定数存在していることが分かる。

(2) 避難開始のタイミング

図3は、図2で「避難する」と回答した4,851人について、避難を始めるまでの時間を設問した結果である。避難すると回答した人のうち、およそ半数の人は地震直後に避難することを選択している。一方で、残りの半数は即座に避難せず、何らかの行動をしてから避難としている。避難する前の行動について見てみると(図4)、避難のための簡単な身支度という回答が最も多く、次いで家族の安否確認、家の貴重品の持ち出しと続いている。即座に避難できない理由として、家族に対する心配と同時に身支度などの回答の多さから、避難生活の長期化等について不安を抱えている人が多いことが考えられる。

(3) 避難場所の選択

図5は、「もし避難する場合どこに避難するか」を尋ねた結果である。この結果を見ると、多くの住民は市内の最寄りの避難場所に避難する回答している一方で、市外にまで避難すると回答している住民や、具体的な場所を指さず、漠然と高台と回答している住民も存在している。最寄りの避難場所に避難すると回答し、なおかつ具体的に避難場所を記入しているサンプルに着目し、居住地と避難場所を線で結んだ地図(図6)をみると、その行き先は同じ地区からの避難であってもばらつきがあり、想定されている浸水域を横断する移動や、最寄りではなく遠くの避難場所を目指して移動する傾向も見受けられる。このような傾向があるということは、移動距離・時間が長くなることによる負担の増大だけでなく、想定されている浸水域を横断することによって津波に巻き込まれる可能性を高めることにもなり、好ましい状況とはいえない。避難の有無、避難を始めるタイミングに加えて、このような避難場所の選び方も津波による被災の可能性を高める。

4. 地区別の津波避難時の危険性の評価

本項では、大規模な津波地震発生時に神栖市住民が前項で説明した、①避難実施の有無、②避難開始タイミング、③避難場所の選択、に関して回答結果のように行動することを仮定した場合、津波による人的被害がどの程度の規模で起こりうるのかを推計する。なお、この分析は、図1に関する設問に回答し、加えて、図5、図6で最寄りの避難場所に避難すると回答し、具体的な避難場所名を答えている3,900名の回答者を対象としている。

(1) 地区ごとの平均避難距離

図6に示した避難行動意向に基づき、各行政区の代表点を出発点として、そこから避難場所までの道路距離を各回答者の避難距離として算出した結果を行政区ごとに平均を取ったものを図7に示す。概ねの傾向として、避難場所が立地している行政区の平均避難距離が短くなっている。主に市の北部について、震災の1年後に実施された避難訓練以降に避難場所が追加されたことから訓練

表1 アンケート調査の概要

配布対象	茨城県神栖市の自治会加入世帯
配布期間	2012年11月26～27日
回答期間	2012年11月26～12月26日
配布数	20,189票(悉皆調査)
配布方法	自治体担当者から各区会長に依頼して各世帯に配布
回収方法	各区会長に提出された回答を自治体担当者が回収
回収期間	2012年12月25日～12月27日
回収数	10,429票(52%)

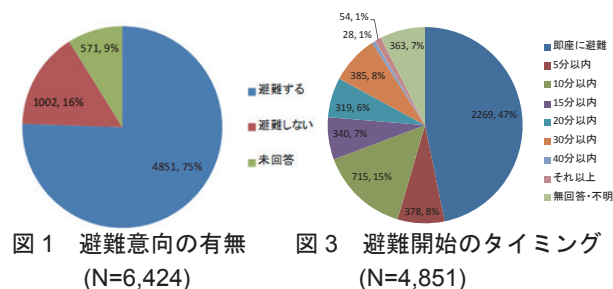


図1 避難意向の有無 (N=6,424)

図3 避難開始のタイミング (N=4,851)

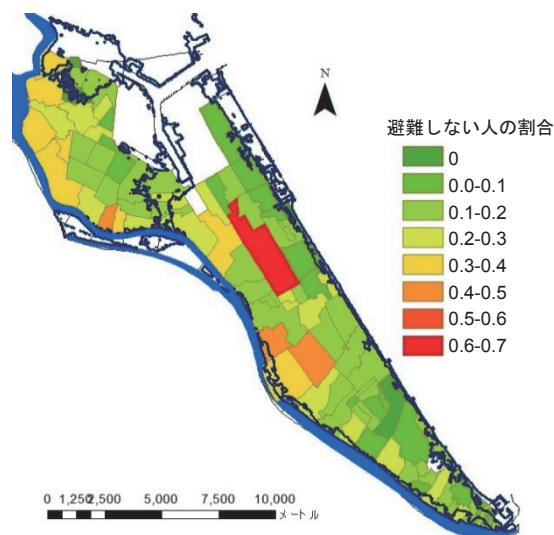


図2 地区別避難しない人の割合

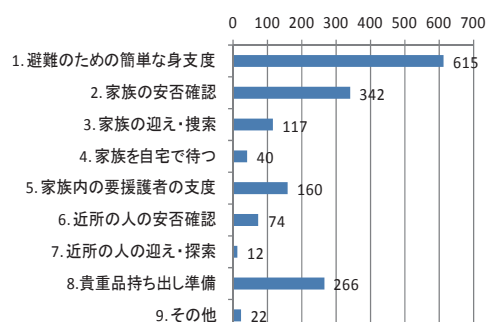


図4 避難を始めるまでにすること (N=2,219)

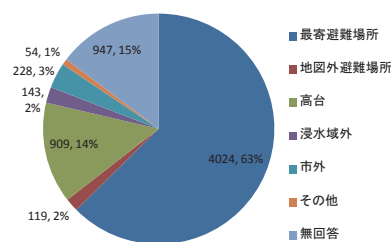


図5 どこに避難するか (N=6,424)

時に比べ避難距離が短い傾向にある。

一方、市の南部では上記の避難訓練の時と比べ平均避難距離が長くなっている行政区が見られる。こうした結果は、訓練のように特に避難すべき避難場所の指定がない場合は最寄りの避難場所に行くものの、実際の津波避難の場合には、より標高の高い避難場所を目指すなどの理由により最寄りではない場所への避難を考えている人が存在しているということを示していると考えられる。

(2) 平均避難所要時間

避難距離が長くても、それが津波に巻き込まれないような移動であるなら必ずしも危険とは言えない。そこで、ここでは、避難距離だけでなく避難場所への避難所要時間について検討を行う。回答者ごとに求めた避難距離と避難手段の回答の結果から避難時の速度を設定して回答者ごとの避難所用時間を算出する⁽²⁾。アンケートでの避難に用いる手段の設問の結果は図 8 の通りである。およそ半数が徒歩で避難すると回答している一方で、自動車を利用する住民も 30%以上存在する。津波避難時は避難訓練等で原則徒歩での避難が周知されているが、避難場所までの距離が遠いことや、津波に対する不安等から、自動車を用いて避難しようとする住民の回答が多いものと思われる。移動手段別の移動速度については、東日本大震災における宮城県の調査結果⁽⁹⁾に基づき、設問にて用いた各手段に避難速度を設定する(表 2)。

避難場所に到達するまでの時間の行政区別平均の計算結果が図 9 である。茨城県の想定浸水範囲との重なりを念頭にこの図を見ると、避難を終えるまでに 30 分近く要する行政区も散見される。特に、図に赤丸を施した地区が津波に対し危険度が高い地区であるということが考えられる。

(3) 津波からの避難時の被災状況の推定

平均避難距離や平均避難時間の分析の結果から、浸水範囲に重なる行政区を中心に津波に遭遇してしまう危険性が高いと考えられることが判明したが、さらに、どの程度の住民に被災の可能性があるのかについて、図 1 から図 3 で示した避難実施の有無、避難開始のタイミングについても考慮に入れて推定する。便宜上「茨城県が発表した浸水想定に基づいて、地震発生後、一定時間が経過した時点で市街地内に津波の影響が出てきた時、想定浸水範囲内にいる人数」を津波による被災者数とする。

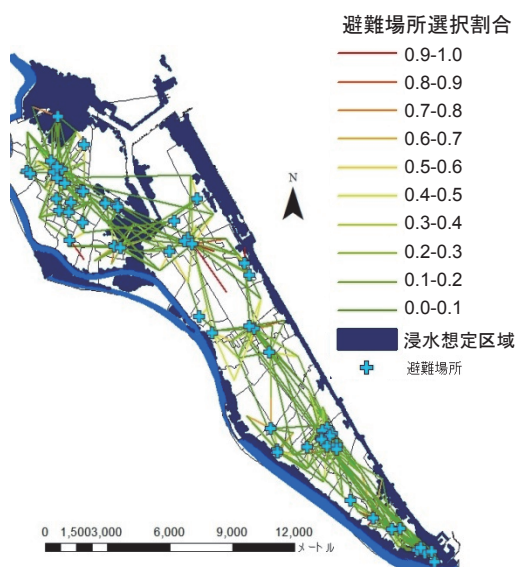


図 6 神栖市住民の避難行動意向

具体的には、①想定浸水範囲内の地区において「避難しない」と回答している住民と、②図 10 に示すように、地区(重心点を代表点とする)から避難場所に向かって移動する場合に、一定時間が経過した時点で浸水範囲外に到達できていない住民(すなわち、同図で地区重心点から浸水域境界点までの間にいる住民)、の 2 タイプの被災者の数を推定する。いずれかのタイプに当てはまる回答者が行政区ごとの総回答者数に占める割合を行政区ごとの人口に掛けることで、被災者数が推定することができる。

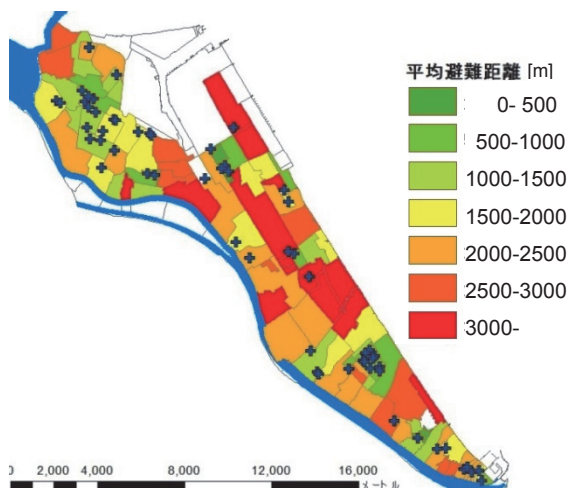


図 7 アンケート調査に基づく地区別平均避難距離

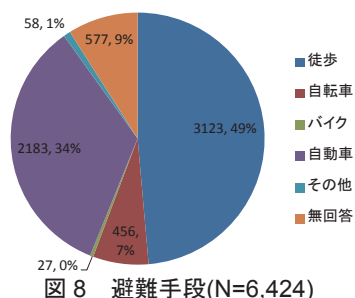


図 8 避難手段(N=6,424)

表 2 避難速度の設定

徒歩	自転車	バイク	自動車
0.9km/h	2.2km/h	2.9km/h	3.4km/h

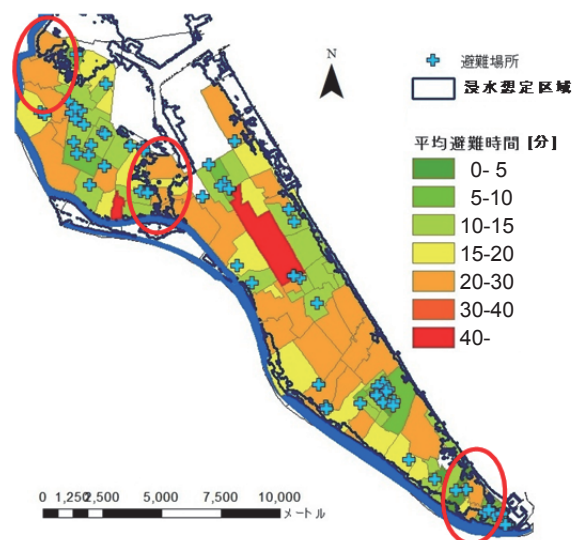


図 9 地区別平均避難所要時間

上述の条件の下で、地震発生後の一定経過時間を 0 分から 60 分の間で変化させて、神栖市全体の被災者数を推定した結果が図 11 である。この図から、津波の影響が出てくる時間が非常に早い場合、最大で 8,000 人以上の住民に津波による被災の可能性があることが分かる。また、津波の影響が現れる時間の大小に関わらず、津波による被災の可能性がある人が 2,000 人弱存在する。これは、想定される浸水範囲内に居住しているが避難しないことによって被災することが原因である。避難しない意向の住民に対しては、津波を伴う地震が発生した際には避難してもらうよう積極的な働きかけが必要がある。

また、地震発生後に津波の影響が現れる時間が地震後 40 分（鹿島港の公共埠頭から市街地内に浸水すると想定される概ね時間）の時の被災率、被災者数を行政区別に算出したものが図 12 である。浸水範囲に重なる地区において被災率、被災者数が高くなっていることが分かる。これらの地区については、図 9 で示した平均避難所要時間が 20 分～30 分であったにも関わらず、津波の影響の現れる時間が 40 分でも多くの方が被災するという結果となっている。このような結果は、当該地区において、津波に対して避難をしない、あるいは、避難を始めるタイミングが遅いことによって、人的被害が増大する可能性が高いということを示唆している。また、浸水範囲外や、比較的少ない浸水面積の地区でも、想定浸水範囲を横断するように避難すること起因する被災住民が、数は少ないものの存在している。

こうした結果から、現状の避難行動意向では、適切な避難をすれば十分避難に間に合い防ぐことができる被災が生じる可能性が示唆される。実際に災害が発生した際、このような被災が生じることを未然に防ぐために、浸水範囲内に住む住民を中心に、本研究の検討内容を周知するなど津波避難に対する意識の改善が必要である。

5. 集計・分析結果のまとめ

アンケート結果から見られる神栖市住民の現状の避難行動意向では、想定される L2 津波が発生した場合、津波により被災する可能性のある人が一定程度存在することが明らかとなった。しかし、その避難行動意向を、想定される浸水範囲から早急に離れるようにするなどの意識の改善だけでも、被災の可能性を大幅に低減できる可能性が示唆された。実際に災害が起きた時の被害を最小限に食い止めるためには、津波避難訓練などの実践的な訓練の定期的な開催や、津波警報時の具体的な行動が地区別に示されている住民にとって分かりやすいハザードマップの提供などによって、住民に地震津波に対してその危険性を正しく理解し、正しく恐れ、正しく行動してもらうための継続的な啓発が重要となる。

本研究の一部は、文部科学省特別経費による研究プロジェクト「巨大地震による複合災害の統合的リスクマネジメント」(H24～H27)に関連して実施したものである。

本研究において、アンケート調査に協力いただきました神栖市の皆様、神栖市役所に深く感謝申し上げます。

補注

- (1)本稿で集計・分析に用いたアンケートの票数は、分析の都合上、回答頂いた総数(10,429 票)のおよそ 3 分の 2 の 6,424 票である。全数による分析については改めて報告したい。
- (2)自動車を利用する人が多いという状況から、混雑が発生するという状況も考えられるが、本稿の分析では混雑に関しては考慮していない。

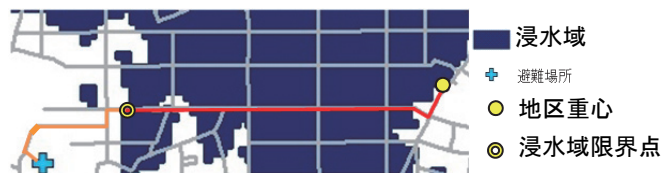


図 10 浸水範囲外までの距離：（格子状の線は道路）

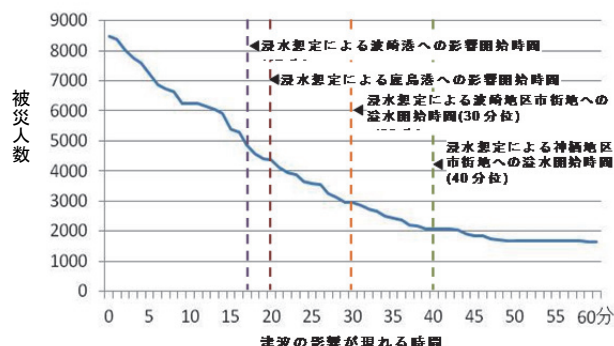


図 11 津波の影響が現れる時間別に見た被災者数の推定結果

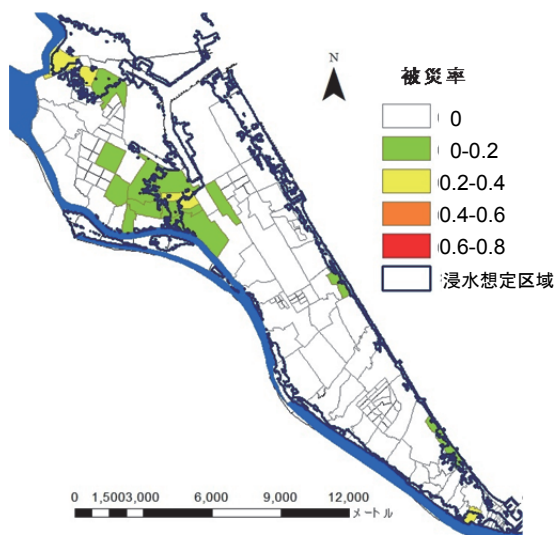


図 12 地区別被災率の推定（津波の影響が現れる時間を 40 分とした場合）

参考文献

- 1) 警察庁：平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置，<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>（最終閲覧 2013.5.28）
- 2) 内閣府：平成 23 年版防災白書，http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/pdf/H23_zenbun.pdf（最終閲覧 2013.5.28）
- 3) 内閣府中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告，2011.9.28（最終閲覧 2013.5.28）
- 4) 茨城県：津波浸水想定について，<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/doboku/01class/class06/kaigan/tsunamisinnui/12shinsui.html>，2012.8.24（最終閲覧 2013.5.28）
- 5) 神栖市：神栖市ホームページ，<http://www.city.kamisu.ibaraki.jp/>（最終閲覧 2013.5.28）
- 6) 宮城県：津波避難のための施設整備指針，<http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kikitaisaku/ks-tsunamishishin.html>，2012.3（最終閲覧 2013.5.28）