

津波災害時における避難行動の対策評価 —茨城県大洗町を対象として—

門野 樹¹・浅野 光行²

¹正会員 株式会社大林組 新名神神戸JCT工事事務所（〒651-1312兵庫県神戸市北区有野町有野8）
E-mail : kadono.tatsuru@obayashi.co.jp

²フェロー会員 工博 早稲田大学教授 創造理工学部社会環境工学科（〒169-0072東京都新宿区大久保3-4-1）
E-mail : asanomi@waseda.jp

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴って、過去最大級の津波が発生した。今回の津波災害の被害を大きくした1つの原因として、避難の際に交通渋滞が発生し避難者が避難到来までに避難を行えなかったことがあげられる。そこで本研究では茨城県大洗町を対象としてアンケート調査を実施し、津波災害時の避難行動を詳細に分析した。その後非集計行動モデルにより避難行動モデルの構築を行い、津波災害の対策効果を定量的に評価した。最終的に、避難時の移動手段に対する効果を定量的に評価することが出来た。

Key Words : 津波、移動手段選択行動、避難場所選択行動

1. 背景と目的

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波により、東日本の広い範囲に甚大な被害をもたらした。津波の被害が増大した1つの要因として、避難経路の混雑によって津波到来までに避難を行えなかった人達がいたことがあげられる。

現在の津波災害時の避難方法は国土交通省(当時：国土庁)が出した手引き¹⁾によると、「自動車による避難は原則として禁止するものとする」とある。これをふまえると災害時の自動車での避難は大きな弊害をもたらすことがわかる。しかし、近くに高台がない人や徒歩による移動が困難な人が避難をする際には、自動車での避難が必要になる場合があるため、居住地や世帯構成、身体的問題の違いごとに避難方法を検討していくべきと考えられる。そのため今後津波災害時の避難方法を策定していくにあたって、避難行動を定量化することで津波災害時の避難行動の評価を行うことは意義のあることと考える。

そこで本研究では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震において住民の被災状況や避難状況の調査を行い、そこから避難行動モデルを作成する。そして得られたモデルから避難行動を定量的に把握し、津波災害時における対策の評価を算出する。最終的に、本研究が今後津波災害の対策を立てるための一助になることを期待する。

2. 研究の位置づけ

(1) 既存研究

津波災害の避難行動に関する研究は大きく3つに分けられる。1つ目は住民の意識調査や現状の防災対策の調査研究があげられる。これらの研究では杉山ら²⁾、河田ら³⁾による研究がある。例えば杉山らの研究では、津波ハザードマップの認知度やどのように利用されているかを調査し、今後の課題を考察した。2つ目にシミュレーションやGISを用いて避難行動に着目した研究として久保田ら⁴⁾の研究がある。この研究では南海地震で想定されている地震が発生した際に、住民がどのように避難をし、どのくらい被害が出るかをMASを用いて視覚的な把握を行った。3つ目として住民の意識や背景と避難行動の関係に関する研究がある。それらの1つとして諫川ら⁵⁾の研究では、津波災害時の住民の意識や避難行動を空間的観点から考察を行った。また片田ら⁶⁾は住民の実際の災害時における避難行動をその意識的背景をもとに考察を行っている。

(2) 本研究の位置づけ

本研究は上記の3つ目に分類される。しかし既存研究において、避難者の避難所までの移動手段や避難場所の選択行動に着目し、それらを定量的に把握を行った研究は見当たらない。

そこで本研究では3月11日の東日本大震災を対象とし、

避難時の移動手段と避難場所選択行動に着目し、避難行動モデルの作成を行う。最終的に得られたモデルから津波災害の避難行動の対策を定量的に評価することで、今後の津波対策の方針を導き出すことに本研究の特徴がある。

3. 研究の概要

本研究の流れを図1に示す。

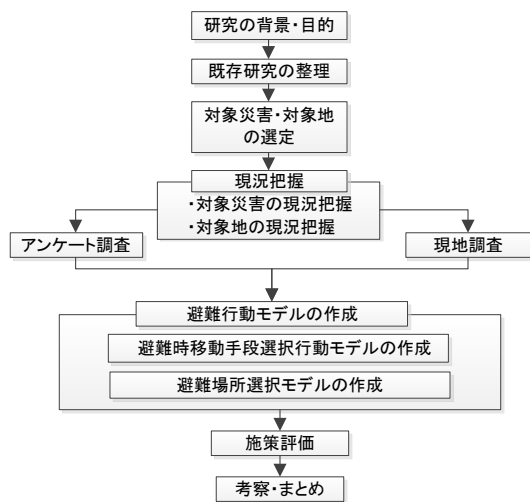


図-1 本研究の流れ

本研究では、東日本大震災における津波災害時の住民の避難行動に関して住民へのアンケート調査、また町役場や住民へのヒアリング調査、及び現地調査を基にデータ集計を行い調査を進めていく。そして得られたデータから避難行動モデルとして、避難時移動手段選択行動と避難場所選択行動に着目したモデルを構築する。最終的に得られたモデルから、津波災害の避難対策を定量的に評価する。

4. 対象災害・対象地の選定

(1) 対象災害について

本研究の対象災害は、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波災害とする。

(2) 対象地について

本研究の対象地は茨城県大洗町とする。図2に大洗町の位置を示す。

選定理由は、以下にあげる3点から津波避難時の行動モデルを作成し、地域に適した避難方策を提言するために最適であると考えためである。

1. 3月11日、巨大津波が到来し被害を受けたため。
2. 高齢化が進んでおり、災害弱者への対応が早急の課題となっているため。
3. 3月11日と4月11日の津波避難の際に混乱が見られ、地域に適した一定の避難対策の策定が必要であると考えられるため。

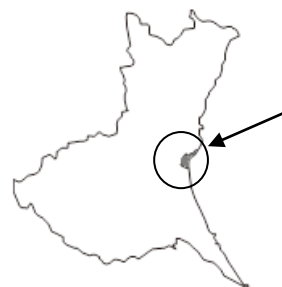


図-2 茨城県大洗町の位置

5. 現況把握

(1) 大洗町に関して

茨城県大洗地区は、北海道・苫小牧定期フェリー船路による輸送、また観光・海洋レクリエーション、及び地場産業である水産業を中心として大きな役割を担っている。

災害面では、1999年に東海村 JCO の臨界事故を経験した。その後、町全域にわたって 200m置き全 45ヶ所に防災無線用のスピーカーの設置や、「町のお知らせ」を放送する個別防災受信機を各家庭に配布した。また、住民が自主的に定期的な防災意識啓発活動を実施する会として、大洗の地域全体で 19 の自主防災会が存在するなど、東海村と並んで多くの原子力関連施設が存在するために、町全体で防災活動を行ってきたことに特徴がある。

(2) 東日本大震災の状況に関して

表 1 は被災状況と災害状況を、ヒアリング調査を基に時系列にまとめたものである。

大洗地区では、3月11日の津波で沿岸部のみならず市街地まで浸水被害が拡大し、地区の浸水面積は 2km^2 におよび、大洗地区全体の 9.0% が浸水した。またマグニチュード 7 を超す余震が 5 回、マグニチュード 6 を超す余震は 76 回、マグニチュード 5 を超す余震は 444 回観測された。その中で巨大余震の一つである 4月11日に発生をした福島浜通りを震源とする地震によって、再び大洗町全域に津波警報が発令され、住民は再び避難を余儀なくされた。

表-1 災害状況

日付	時刻	状況	備考
03/11	14:46	三陸沖で地震発生(M9.0 震源・宮城県沖、大洗町震度4→直後に5弱) M9.0で観測史上最大 大洗町で震度5弱(宮城県北部で震度7。県内では日立助川などで震度6強を記録) 防災無線によるサイレン吹鳴、避難勧告放送 海岸付近一帯に注意呼びかけに消防本部・消防団・町職員出動 地震により町内全域で断水 県内鉄道各線運休。高速道路も全線不通に	第1波観測後 28分後 第2波観測後 69分後 第3波観測後 4時間18分後 第4波観測後 65分後
	14:48	東海第2原発が自動停止	
	14:49	気象庁が茨城県に津波警報を発令	
	15:06	避難場所4か所設置(駐浜小、大貫小、第一中、南中)。また独自に集会所等に自主避難開始	
	15:14	町内全域に避難指示発令	
	15:15	第1波津波観測(1.8m) ※津波警報発令 26分後に記録 ※大洗港岸壁まで約20cmに迫る津波	
	15:43	第2波津波観測(3.9m) ※大津波警報発令 29分後に記録 ※大洗消防署前約20cm冠水	
	16:15	茨城県知事の要請に基づき自衛隊偵察部隊出動	
	16:46	町内全域が停電	
	16:52	第3波津波観測(4.2m) 今回最大波 ※東京大学地震研究所現地調査の結果、最大で4.9mの津波を確認	
	21:10	第4波津波観測 ※町役場庁舎前駐車場付近約70cm浸水	
	22:15	第5波津波観測 ※町役場庁舎前駐車場付近約30cm冠水	
03/12	13:50	気象庁が大津波警報を解除。津波警報へ	
	17:00	避難指示区域変更 (水戸鉢田佐原線→海岸区域を除き避難指示解除	
	20:20	気象庁が津波警報解除。津波注意報へ。	

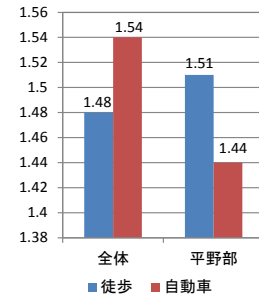


図-6 避難距離／直線距離⁷⁾

a) 避難時の移動手段選択行動に関して

津波災害時の避難時移動手段選択行動の結果を図-3に示す。

避難手段は、全体では徒歩と自動車の割合はおおよそ半分になった。一方で平野部では6割近くが自動車で避難を行うという結果となっている。

b) 避難速度及び避難距離に関して

津波災害時の避難速度に関する結果を図-4に示す。避難速度に関しては、平野部で徒歩が全体の平均を上回り、自動車が全体の平均を下回る結果となった。

c) 避難距離及び直線距離

津波災害時の避難距離及び直線距離、また避難距離と直線距離の比の調査結果を図-5、図-6に示す。避難距離に関しては、平野部では徒歩と自動車共に全体の平均より距離が長い結果となった。

また避難距離と直線距離の比に関しては、全体では自動車が徒歩に比べて大きい結果となったことから、自動車避難者は徒歩避難者に比べ、迂回した避難経路を通っていたことが分かる。

(3) 避難時移動手段選択行動の実態に関して

現在国土交通省が行っている調査結果⁷⁾から、東日本大震災の津波からの避難手段の実態を、土地条件を全体と平野部に分けてまとめる。(本研究の対象地である大洗町の土地条件は平野部に属する。)

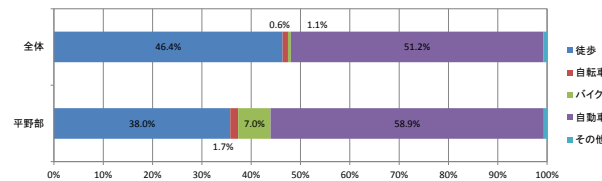


図-3 避難時の移動手段⁷⁾

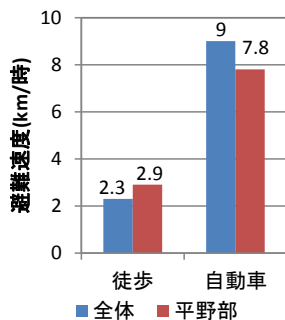


図-4 避難速度⁷⁾

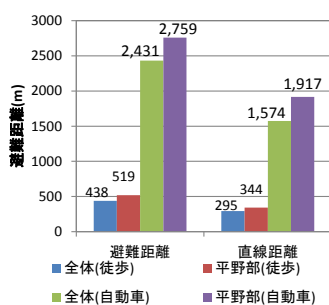


図-5 避難距離及び直線距離⁷⁾

6. アンケート調査について

アンケート調査の概要を表-2示す。

配布エリアに関しては、津波による浸水被害を受けた地域、及び浸水エリアに隣接した地域とした。表3に対象エリアに属する津波指定避難場所を示す。また配布エリア及び各避難施設の立地図を図7に示す。

表-2 アンケート調査概要

調査概要			
調査実施日	2011年11月18日、11月21日、12月2日		
調査方法	ポスティングによる郵送回収		
配布部数	1000部		
回収部数	221部(2011年12月31日までに集計した分)		
調査内容			
属性	居住地	被災状況	被災時誰といたか
	性別		津波警報等の認知度
	年齢		どのくらいの津波、被害を予想したか
	居住年数		利用可能な避難手段
防災意識 被災経験	車、免許の所有の有無	避難状況	避難実施の有無
	車の利用頻度		避難場所
	避難訓練の参加経験		避難経路
	非常時出品の準備		誰と避難したか
	避難場所・避難経路の事前の確認		一緒に避難をした人の健康状態
	避難手段の事前の決定		避難手段
	ハザードマップの認知		避難開始を行った時刻
	自動車非難の警報の認知		避難にかかった時間

表-3 津波指定避難場所一覧

避難場所	区分	種別	収容人数	避難者の数(人)
磯浜小学校	津波避難場所	校舎(3階) 体育館	2420	900
大貫小学校	津波避難場所	校舎(3階) 体育館	1400	380
第一中学校	津波避難場所	校舎(3階) 体育館 音楽室 格闘技場	3280	500
南中学校	津波避難場所	校舎(2階、3階) 体育館	2490	750
第一保養所	—	—	—	120
オーシャンビュー大洗	—	—	—	200
東集会所	—	—	—	33
東光台集会所	避難所	—	—	4
西光院	避難所	—	—	150
日下ヶ塚古墳	—	—	—	—
原子力研究所寮	—	—	—	—

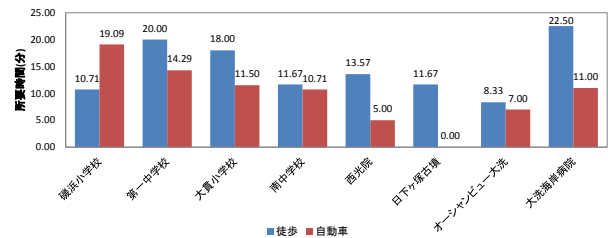


図-10 避難所別の平均所要時間

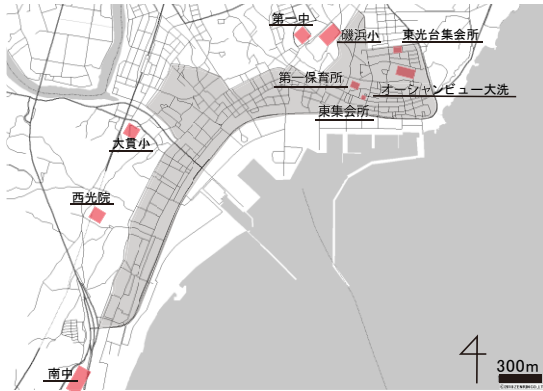


図-7 避難所の立地図及びアンケート配布エリア

(1) 移動手段選択行動に関して

避難手段別の避難距離を図-8に示す。

徒歩は250m～500mが一番多く、自動車は500m～750mが一番多い結果となった。また徒歩は1500mを境に避難者が減る傾向にあることが分かる。一方で、自動車に関しては1750mを境に減るものの、2000m以上でも避難者がいることから、自動車のほうが遠くに避難を行っていることが分かる。

(2) 避難所選択行動に関して

a) 移動手段別避難所ごとの避難人数

移動手段別の避難所ごとの避難人数を図-9に示す。

磯浜小学校と第一中学校は隣接しているものの、磯浜小学校の利用者数が多くを占めた。

西光院、日下ヶ塚古墳は自動車でのアクセスがしにくく、徒歩での避難者数が多い。一方で2本の大通りに面する南中学校と、高台に位置する大洗海岸病院は自動車利用者が多い結果となった。

b) 避難所別の平均所要時間

避難所別の平均所要時間の調査結果を図-10に示す。平均所要時間は、磯浜小学校を除く全ての避難所で徒歩の所要時間が自動車の所要時間を上回っていた。ほかの避難所に比べ磯浜小学校への自動車による避難者数が多く、磯浜小学校に続く道路で混雑があったと考えられる。

7. アンケート集計結果

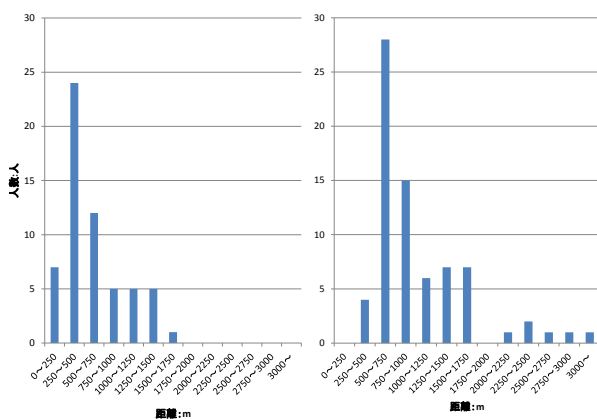


図-8 手段別の避難距離(左図:徒歩 右図:自動車)

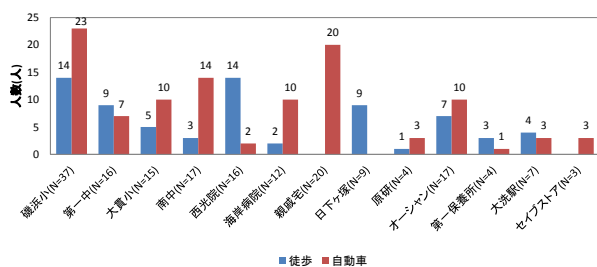


図-9 移動手段別の避難所ごとの避難人数

8. 避難行動モデルの構築

(1) 非集計分析

本研究では非集計行動モデルの一種であるネスティッドロジットモデル(以下NLモデル)を構築する。非集計行動モデルの基本的前提は「個人が利用可能な選択肢の中から、合理的な選択により最も望ましい選択肢を選択する」というものである。モデルの構成図を図11に示す。

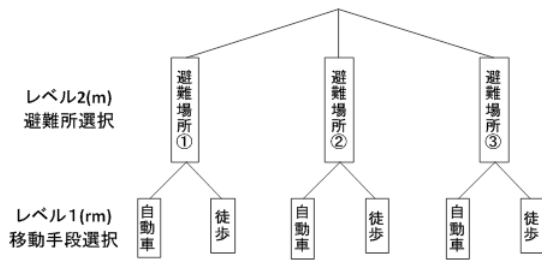


図-11 NLモデル構成図

(2) パラメータ導出に関して

図11のノードに通し番号をつけたとき、個人 n がレベル1における任意の選択肢(m)を選択する確率 $P_n(m)$ は、 m を選択したという条件のもとで r を選択する条件的確率 $P_n(r|m)$ と m を選択する確率 $P_n(m)$ の積として次式で与えられる。

$$P_n(rm) = P_n(r|m)P_n(m), (r=1, \dots, R_{mn}; m=1, \dots, M_n) \quad (1)$$

ここに、 M_n ：個人 n のレベル2の選択肢数

R_{mn} ：個人 n のノード m と結合するレベル2の選択肢の数

NLモデルの誘導理論に従うと、 $P_n(r|m)$ 及び $P_n(m)$ は次式で与えられる

$$P_n(r|m) = \frac{\exp(\lambda_1 V(r|m)_n)}{\sum_{r'=1}^M \exp(\lambda_1 (V(r'|m)_n))} \quad (2)$$

$$P_n(m) = \frac{\exp(\lambda_2 (V_{mn} + V_{mn}^*))}{\sum_{m'=1}^{M_n} \exp(\lambda_2 (V_{m'n} + V_{m'n}^*))} \quad (3)$$

となる。

効用関数の特定化は、個人 n の効用 $V_{(r|m)n}$ 及び V_{mn} の両者とも、ロジットモデルの場合と同様にパラメータに関して線形として次式を仮定する。

$$V_{rmn} \equiv V_{(r|m)n} + V_{mn} \quad (4)$$

$$V_{(r|m)n} = \beta' X_{(r|m)n} = \sum_{k=1}^{K_1} \beta_k X_{(r|m)nk} \quad (5)$$

$$V_{mn} = \theta' X_{mn} = \sum_{k=1}^{K_2} \theta'_k X_{mnk} \quad (6)$$

これらより未知パラメータは β 、 θ に加えて λ_1 と λ_2 がある。しかしBLおよびMLモデルと同様に、このうちの1つは決定できない。そこで $\lambda_1=1$ とおくと、このとき $\lambda_2/\lambda_1=\lambda_2$ となるから、 λ_2 も求められる。すなわち $\lambda_1=1$ として β 、 λ_2 および θ の3種のパラメータを求めていくことになる。

(3) 避難所の分類(クラスター分析)

モデルを構築する上で対象とする避難場所を、「土地の広さ(㎡)」「津波指定避難場所か否か」「用途(学校、

公共施設、歴史的建造物、宿泊施設)」「駐車場の有無」「海岸からの距離(m)」「標高(m)」を説明変数としてクラスター分析を行い3つのグループに分けた。図12に分類結果を示す。

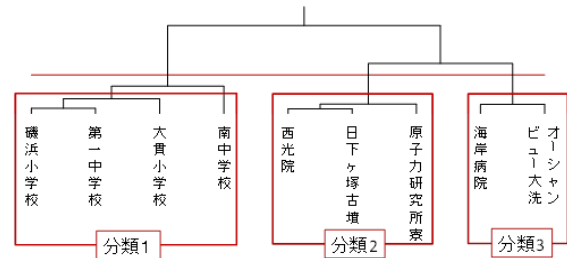


図-12 クラスター分析結果

(4) モデル設定条件

モデル構築の上での設定条件を以下に示す。

- 対象避難場所は①津波指定避難所②一時避難場所③一般利用施設の3か所とする。
- 移動手段は徒歩と自動車とする。
- クラスターの分類ごとに対象とする避難場所は、被災場所から最も近い場所とする。
- 複数の避難場所を移動したサンプルは、1か所目の避難場所を対象避難場所とする。
- 徒歩の限界移動距離は1800mとする^{※1}。
- 避難時の移動速度は徒歩2.9km/時、自動車7.8km/時とする^{※2}。
- 避難距離は徒歩は最短距離、自動車は最短距離に1.54/1.48を掛けた値とする^{※2}。
- アクセス時間が7で設定した避難距離を6で設定した避難速度で除した値とする。

※1 本研究において徒歩移動の最大距離が1,800mであったため。(図-8参照)

※2 5-3国土交通省の調査結果を参考にしたため。(図-4、図-6参照)

(5) パラメータの推定結果

表-4 採用したパラメータ推定結果

説明変数	記号	パラメータ値	t値
レベル1(移動手段選択行動)			
共通変数	アクセス時間	β_1	-0.2106
徒歩固有変数	被害の認知ダミー	β_2	0.9900
	事前の経路決定ダミー	β_3	1.2049
	徒歩ダミー	β_4	2.7503
	避難人数(複数人)ダミー	β_5	1.8307
自動車固有変数	利用頻度ダミー	β_6	1.8657
レベル2(避難所選択行動)			
共通変数	標高	θ_1	0.0502
	駐車スペースダミー	θ_2	0.8581
	指定避難所ダミー	θ_3	1.2902
	ログサム変数	λ_1	0.8684
サンプル数			134
尤度比			0.3063
的中率			62.687

表-5 ダミー変数の内容

説明変数	内容	
被害の認知ダミー	自動車による避難の被害を認知していた:1	していなかった:0
事前の経路決定ダミー	事前に経路を決定していた:1	していなかった:0
徒歩ダミー	徒歩による避難:1	自動車による避難:0
避難人数(複数人)ダミー	避難人数が複数人:1	一人で避難:0
利用頻度ダミー	自動車を日常生活で毎日使用:1	それ以外:0
駐車スペースダミー	駐車スペース有:1	駐車スペースなし:0
指定避難所ダミー	指定避難所:1	それ以外:0

採用したモデルのパラメータ値、ダミー変数を表-4、表-5に示す。今回採用したモデルは的中率は少し低いものの、t値、パラメータの符号条件、尤度比及びログサム変数には問題なく、おおむね選択行動を表現できていると考える。

(6) パラメータ推定結果の考察

移動手段に関しては、徒歩と自動車に共通して避難場所までのアクセス時間が影響していることが分かる。また自動車避難による被害の認知や事前に避難経路を決定している人は、徒歩を選択する可能性が高いことが分かる。特に事前に避難経路を決定している人ほど影響が強いことが分かる。また自動車を選択する人は、複数人で避難をした人や日常生活で自動車を毎日利用している人である可能性が高いことが分かる。

一方で避難所選択行動に関しては、避難場所の標高、津波指定避難所であるか否か、駐車スペースの有無が関係していることが分かる。特に、津波指定避難所であることは、避難場所を選択する上で強く影響していることが分かる。

(7) 感度分析結果

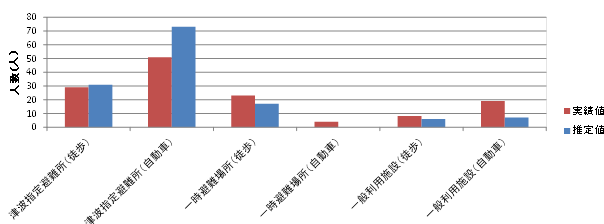


図-13 感度分析結果

図-13に感度分析の結果を示す。

各避難所に対す徒歩での避難者数は、モデル推定値と実績値の差がほぼないことが分かった。

一方で、津波指定避難所において自動車の利用者数が実績値を上回る結果となった。この要因として、避難所選択行動においては、説明変数に距離を組み込むことが出来なかったために、避難所への距離を表現できず、モデルの信頼性に誤差が生じたと考えられる。さらに本研究では、手段における各避難所へのアクセス時間を全て避難所に対して一定の条件のもと与えている(8-4参照)。しかし図-10から分かる様に、津波指定避難所の中でも、

磯浜小学校(指定避難所)の平均アクセス時間は、徒歩に比べて自動車が長くなる。今回構築したモデルにはこれらの避難所ごとの特有の要因を十分にモデルに反映させることが出来ず、自動車の避難者数が本来より多くなったと考えられる。

9. 有効な津波災害対策の検討

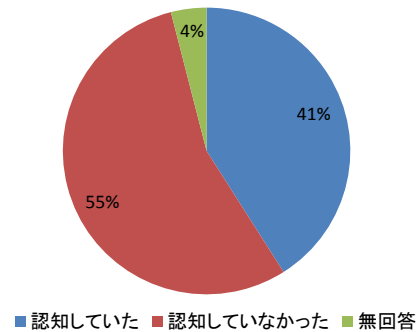


図-14 被害の認知

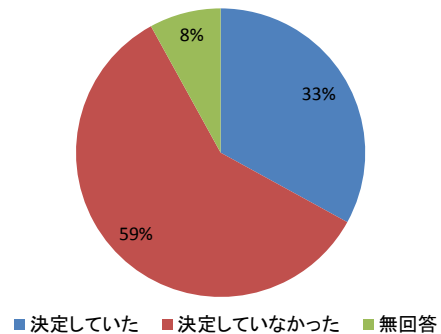


図-15 避難所の事前の決定

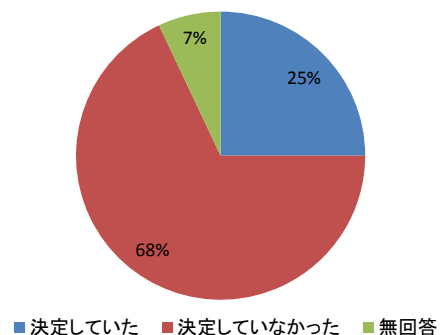


図-16 避難経路の事前の決定

(1) 大洗町住民の防災意識、避難行動の実態

a) 自動車避難の被害認知に関して

自動車による避難の被害認知に関するアンケート調査結果を図-14に示す。

回答者の55%が被害を認知していなかったという結果になった。アンケートの自由記述からも自動車での避難

の際に渋滞に巻き込まれ、予想より時間がかかったという意見が多く見受けられた。この事より、自動車での避難の弊害認知を高めることは必要であると考ええる。

b) 防災意識に関して

災害時の避難場所及び避難経路の事前の決定の有無に関するアンケート調査結果を図-15、図-16に示す。

事前に避難所を決定していた住民は33%であり、また事前に避難経路を決定していた住民は25%とさらに低い割合となった。アンケート調査結果から大洗町住民の中で、防災訓練等の活動に参加をしたことがある住民は11%であるという調査結果もあり、このことが大洗町の課題であると考えられる。

(3) 津波災害対策の決定

表-6 津波災害対策の評価項目

対策	内容	弊害の認知 ダミー	事前の経路 決定ダミー
対策1	自動車避難による弊害に認知向上	○	×
対策2	事前に避難経路を決定するよう指導を徹底する	×	○
対策3	対策1と対策2の組み合わせ	○	○

9-(1)で挙げられた課題をもとに、津波災害の対策の定量的評価を実施する。表-6に対策項目を挙げる。

- 対策1：自動車避難が引き起こす弊害の認知を高め、避難時の自動車利用者の減少を図る。
- 対策2：防災訓練等を通じて、災害前に予め避難経路を決定するよう指導する。
- 対策3：ソフト面の対策強化として、対策1、2を組み合わせた対策を実施する。

10. 津波災害対策の効果の定量的評価

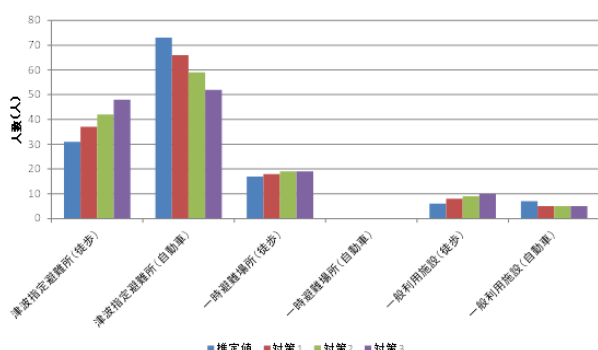


図-17 各対策における避難人数

構築したモデルを用いて、表-6に挙げた説明変数を変えることで、津波災害対策の評価を行う。対策の効果を図-17に示す。

(1) 対策評価の算出結果

全ての対策に共通して、移動手段選択行動に共通して、すべての避難場所での自動車での避難者数が減少し、徒歩での避難者が増加する結果となった。避難所選択行動に関しては、概ね変化は見られない結果となった。

対策1に比べ対策2が、より自動車の使用を抑制することが可能であった。また、2つの対策を組み合わせた対策3は、対策1、2以上に自動車による避難の抑制を促すことが出来る結果となった。

(2) 対策評価の算出結果の考察

モデル推定値全体における自動車での避難者の割合は約60%となった。対策1では自動車での避難者の割合は約53%、対策2では48%まで減少した。対策1に比べ対策2の減少量が大きくなった要因は、弊害の認知に比べ、事前の経路決定の効果が避難行動に与える影響が大きかったためと考えられる。また、対策3では自動車の避難者の割合は約43%まで減少した。このことから、対策1、2の様なソフト対策を組み合わせることで、より効果的な対策を行えることが分かった。

大洗町では、磯浜小学校への自動車避難者の集中による道路混雑が課題と考えられる(図4.36参照)。ソフト対策を組み合わせた対策3では、磯浜小学校の手段別の割合において、自動車避難者の割合を約70%から52%まで減少でき、ほぼ自動車と徒歩の割合が同じになった。このことから、避難訓練等を行いソフト対策の徹底をすることは、避難時の移動手段の変更を促すことに十分な効果が期待でき、指定避難所への自動車利用者による混雑緩和への対策に繋がることが分かる。

一方で、今回の対策では避難所の変更を行う人はほとんど出なかった。ソフト対策では、手段の変更を促すことに一定の効果を図ることは出来たものの、より近い避難場所への変更を促すことまでには至らなかった。これは、避難者は避難場所が津波指定避難所であるか否かを、避難所を選択する上で重要視するためと考えられる。また、避難所選択行動に距離に関する説明変数を組み込むことが出来なかったことも原因であると考ええる。

11. 総括

(1) 得られた知見

- アンケート調査から、津波災害時の避難手段と避難場所選択行動の実態を明らかにすることが出来た。避難時の移動手段は、6割近くが自動車を利用しており、避難場所選択行動では、一時避難場所が徒歩で避難可能な距離にある場合でも、自動車を利用し津波指定避難場所に避難を行う住民が多いことが分

かった。

- 避難行動モデルを構築することで、アンケート調査結果からは明らかにできない、防災意識や被災状況が避難行動に及ぼす影響を定量的に把握し、避難行動を表現することが出来た。
- 対策評価を実施することで、対策の効果を定量的に把握することが出来た。避難訓練等のソフト対策を実施することで、自動車の避難者数の削減に一定の効果があることが分かった。

(2) 今後の課題

本研究で構築したモデルには、自動車の効用が強くなりすぎた。それは道路幅員や自動車通行量といった、避難経路の特徴をモデルに反映をさせることが出来なかったためと考えられる。実際の災害時には、道路の寸断や家屋の倒壊などによって通行不可能な道路が発生することから、これらの要素を組み込んだモデルを構築する必要がある。

また今回はソフト対策の評価のみを行った。今後はハード対策の評価、ソフト対策とハード対策を両方行った際の評価を行うことが課題であるとする。

参考文献

- 1) 国土庁【地方防災計画における津波対策強化マニュアル検定報告書】平成10年3月
- 2) 杉山和也、村尾修【平成 18 年 8 月時点における津波ハザードマップの公開状況とコンテンツの比較】日本都市計画学会論文集、N042-3、pp613-618、2007 年 10 月
- 3) 河田恵昭、柄谷 友香、酒井浩一、八代晴実、松本逸子【津波常襲域における住民の防災意識に関するアンケート調査】海岸工学論文集 第 46 巻 1999 pp. 1291-1295
- 4) 久保田恭平【南海地震時の避難経路選択行動に関する MAS 分析の考察】高知高専専攻科特別研究論文集、第 8 号、pp71-78、平成 21 年 3 月
- 5) 諫川輝之、村尾修【津波に対する住民の意識および避難行動の意向についての空間的考察—千葉県御宿町を対象として】日本建築学会計画系論文集 75(648), 395-402, 2010-02
- 6) 片田敏孝、児玉真桑、沢敬行、越村俊【住民の避難行動にみる津波防災の現状と課題-2003 年宮城県沖の地震・気仙沼市民意識調査から-】土木学会論文集、II 部門、pp93-104、2005 年
- 7) 国土交通省【東日本大震災の津波被災現況調査結果】平成 23 年 12 月 26 日
- 8) 文部科学省施設企画課【福島浜通りを震源とする地震による被害状況について】
- 9) 大洗町公式ホームページ<http://www.town.oarai.lg.jp/>
- 10) 大洗町はなぜ「避難せよ」とよびかけたのか
http://www.nhk.or.jp/bunken/summary/research/report/2011_09/20110903.pdf#search