

札幌市の土砂災害危険区域における避難行動に関する研究

A Study on the Evacuation Behavior of Residents in Sediment Disaster Hazard Area of Sapporo

北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科

○学生員
フェロー
正 員
正 員

鈴木健一郎 (Ken'ichiro Suzuki)
加賀屋誠一 (Seiichi Kagaya)
内田賢悦 (Ken'etsu Uchida)
萩原亨 (Toru Hagiwara)

1. 本研究の背景・目的

近年の豪雨災害による被害において、土砂災害による被害が最も多くを占めている。本年度7月には、山口県防府市を中心とした豪雨による土砂災害により、14名の犠牲者が生じた。

土砂災害は一瞬のうちに大きな規模を伴いながら発生するため、事後的に被害を防ぐことが困難である。したがって、土砂災害発生前の避難行動により、人的な被害を避けることが重要である。よって、住民がどのような情報を得ることで避難行動を決断するか把握し、避難計画を策定していく必要がある。

しかし、地盤条件や豪雨の詳細な情報の入手可能性は高まっているものの、現況の技術では土砂災害の発生を正確に予測できない。よって、行政からの避難勧告等の確率情報に頼るだけでは、発災前の住民の適切な避難行動は難しい。

それを補完する役割として、「共助」の重要性が高まりつつある。「共助」とは、近所や地域の助け合いによる避難誘導活動や救援活動のことを意味する。行政と住民の間の情報伝達の架け橋としての役割はもちろん、中山間地域に多く居住する高齢者に対する避難支援など、土砂災害発生事前の避難誘導における、地域が主体となった計画策定の有効性は大きい。

これまで土砂災害に対しては、事例研究が主に行われてきており、土砂災害に対する避難行動の解析を定量的に行った研究は少ない。

これらを受けて本研究では、札幌市の土砂災害危険区域の住民に対する意識調査を行い、得られたデータから避難行動及び、住民の自発的な「共助」に関する意思決定のモデル化を行う。

これらから、土砂災害に対する事前避難における行動選択に関わる要因を明らかにすることで、土砂災害に対する避難計画の検討を行う上での、基礎的な知見を得ることを本研究の目的とする。

2. 調査対象地域

札幌市内には、974箇所土砂災害危険箇所が存在しており、土砂災害の発生による、大規模な人的被害が生じる可能性がある。過去には、昭和56年の豪雨災害において、大きな規模の土砂災害による被害が発生している。近年は大きな人的被害を伴う土砂災害は発生していないが、平成17年には南区常盤地区において、局地的豪雨の発生により、札幌市による巡視活動の強化等が行われた。



図-1 調査対象地域図

表-1 情報特性

情報特性	
確率情報	土砂災害警戒情報 避難勧告 避難指示
	濁水
事実情報	小さながけ崩れ 避難する人との接触

表-2 個人特性

個人特性			
年齢	性別	職業	世帯構成(平日昼間)
近所付き合い		身体の不自由	
様子を気に掛ける人の有無			
リスク意識	避難所の知識		避難経験

調査は、札幌市南区藤野地区の緑町町内会及び、十五島町内会周辺の地域を対象とする。対象地域は、札幌市の公表する土砂災害危険区域内に住宅が密集しており、札幌市の中でも特に高齢化が進んでいる。日中、高齢者のみとなる世帯も多いため、土砂災害が発生した際、大きな人的被害が予測される。なお、図-1に調査対象地域図を示す。

3. アンケート調査

3.1 アンケート調査の概要

本研究では、土砂災害発生が危険となった仮想的な状況における、住民の避難行動に影響を与える要因を把握するために、アンケート調査を実施する。

調査票の配布は、調査対象町内会及び周辺の土砂災害危険区域内の住宅に無作為に行う。配布方法はポスティング、回収方法は郵送回収とする。なお調査にあたり、回覧板等による、住民へのアンケート配布の事前周知を各町内会に依頼した。

避難行動の選択は、住民が入手した情報に影響されると考えられる。本調査では、これらの情報入手に関わる条件を変化させて、「仮想的な災害情報提供下での避難行動の選択」を主な回答項目として設定した。住民が取得できる情報として、本研究で考慮するものを情報特性として表-1に示す。アンケートではこれらを、発令ありか否か、発生ありか否か等、情報間の整合性に注意しながら、直交計画の考え方に基づき組み合わせ、8パターンの仮想的な状況を設定した。

また同様に、行動選択は住民個々の考え方に左右されると考え、個人属性に関する回答項目を設定した。これらを個人特性として表-2に示す。

避難行動の選択は、避難するか否かに加えて住民の自発的な「共助」に注目し、図-2に示すように、避難する場合は近隣の住民を誘って避難するか否か、避難しない場合は近隣の住民に相談するか否か、4つの選択肢を設定した。

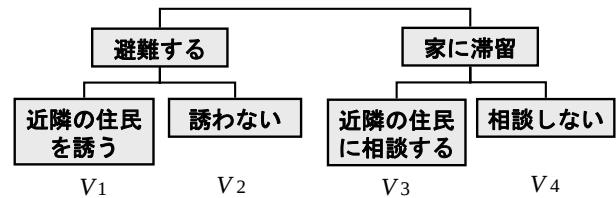


図-2 回答者の行動選択

また、4つの選択行動から1つを選ぶという回答者の4項選択を、ランダム効用理論の枠組みで捉えると、(2)式に示す行動選択確率 P_{in} が与えられる。

$$P_{in} = \frac{e^{\lambda V_{in}}}{\sum_{j \in A_n} e^{\lambda V_{jn}}} = \frac{1}{\sum_{j \in A_n} e^{\lambda (V_{jn} - V_{in})}}, \quad (i \in A_n)$$

・・・(2)

A_n : 個人 n の選択肢集合

P_{in} : 個人 n が選択肢 i を選択する確率

V_{in} : 個人 n が選択肢 i から受ける効用の確定項

λ : 効用の確定項のばらつきを示すパラメータ

式(2)の理論的選択確率を用いて、選択結果集合の同時確率関数(尤度関数)を構築する。そして、アンケート調査結果のデータを適用することで、回答者は効用が最大となる行動を選択するという仮定のもと、最尤法により式(1)の効用関数のパラメータを推定する。

推定されたパラメータにより、土砂災害発生事前における避難行動、住民の自発的な「共助」に関わる要因を明らかにすることができる。更に、年齢等によりセグメントを行い、それぞれに対しモデル構築を行うことでより詳細な解釈を行うことができると考えられる。

5. 今後の課題

今後は、アンケート調査の実施・データ分析を行う。調査前に仮定した効用関数を基に、実際のデータへの適合度を吟味し、ロジットモデルの改良を行いながら、行動選択モデルの構築を行っていく。なお、作成した行動選択モデルをルールベースとした、避難行動シミュレーションの構築も視野に入れて、今後研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 加賀屋誠一：デジタル道路地図活用による震災時帰宅者の支援対策に関する研究，（財）日本デジタル道路地図協会平成20年度研究助成成果報告書，pp6 1-68，2008
- 2) 塚井誠人，奥村誠：避難勧告への信頼度と避難行動，土木計画学・講演集，Vol.23，No2，pp517-520，2000
- 3) 畑山満則：姉川・高時川流域における地域間連携を考慮した広域避難に関する考察，京都大学防災研究所年報，52号B，pp91-110，2009
- 4) 土木学会土木計画学研究委員会編：非集計行動モデルの理論と実際，土木学会，1995

3.2 オオカミ少年状態の考慮

土砂災害は正確な発生予測が難しいことから、確率情報の「空振り」（確率情報が発令されたが、土砂災害が発生しないこと）がしばしば起こる。「空振り」が続くことにより、確率情報の信頼度が低下し、住民が確率情報を受け取っても避難しない、「オオカミ少年効果」が懸念される。

アンケート調査ではこれを考慮するため、避難勧告の発令を想定した状況に限り、以前に「避難勧告の空振り」があった場合とそうでない場合の、行動選択の変化を問う設問を設定した。

3.3 状況設定

本調査では、行動選択する時刻を平日午後二時に設定した。この時刻は、自宅に単独となる高齢者が多く、人的被害が大きくなると推測できる。午後二時の時点で、

- ・ 20～30mm/h程度の強さの降雨
- ・ 前日から24時間以上降雨の継続
- ・ 「大雨警報」発令中

以上を、土砂災害発生に対し危険な状況を前提条件として、回答者に想定してもらう。

4. 行動選択モデルの構築

回答者の避難行動選択は、ランダム効用理論に基づく非集計行動モデルによって表現する。本研究では、避難するか家に滞留するか否か、更に近隣の住民を誘って避難するか否か、家に滞留しながら近隣の住民に避難に関して相談するか否かの、4つの行動選択について多項ロジットモデルによって定式化する。これにより、一般性を失うことなく、それぞれの行動選択確率の算出が可能となる。選択行動それぞれの効用 V_i （確定項）は、以下の(1)式に示す線形関数によって与える。

$$V_i = \beta_{oi} + \sum_{k=1}^K \beta_k \chi_k \quad \dots (1)$$

V_i : 選択行動 i の効用

χ_k : 説明変数 k の値（行動選択に考慮される因子）

β_k : 未知のパラメータ

β_{oi} : 選択行動 i の定数項

K : 説明変数の総数