新しい防災指針に基づく避難時間推計のための 福島原子力発電所事故に伴う住民避難行動調査

QUESTIONNAIRE SURVEY ON EVACUATION BEHAVIORS OF RESIDENTS FOLLOWING FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT FOR EVACUATION TIME ESTIMATE BASED ON NEW DISASTER PREVENTION GUIDELINE

西野 智研*, 円谷 信一**
Tomoaki NISHINO and Shinichi TSUBURAYA

An attempt to collect basic behavioral data available on evacuation time estimate for nuclear accident was made in this paper. We carried out two types of questionnaire surveys on evacuation behaviors following the Fukushima nuclear accident to the residents of Naraha town and Iwaki Joban district. The first survey targeted the residents who had started evacuation after receiving evacuation orders to estimate the variation in pre-movement time. The second survey targeted the residents who had voluntarily evacuated despite being located outside the evacuation order zone to estimate the shadow evacuation rate per hour.

Keywords : *Evacuation planning, Traffic simulation, Pre-movement time, Shadow evacuation, Fukushima nuclear accident*

避難計画, 交通シミュレーション, 旅行前時間, 自発避難, 福島原子力発電所事故

1. はじめに

2011年に福島県で発生した原子力発電所の事故を受けて、我が国の防災指針¹⁾は見直されつつある。すなわち、あるレベルを超える事故が原子力施設で発生した場合、周辺の一定の範囲（以降では、Precautionary Action Zoneを略しPAZと呼ぶ）については、全ての住民を即時に避難させる必要性が指摘されている²⁾。この新しい防災指針では、放射性物質の大気中への放出が開始されるまでに、全ての住民がPAZの外側に避難していることが要求される。このため、事前の避難時間推計により、当該地域の避難の成否を予め検証しておくことが重要になる。

避難時間を求めるにあたり、米国や仏国では、交通シミュレータが利用されることが多い^{3,4)}。筆者ら^{5,6)}も、道路ネットワークを移動する一台一台の車両の旅行性状を、時系列に追跡可能な計算モデルの開発を行ってきた。こうしたモデルでは、多数の避難車両から形成される交通流を任意の地点について表現できるため、出発地点から目的地点までの旅行に要する時間を避難車両ごとに予測することができる。しかし、問題となる避難時間は、事故の発生後、実際に避難を開始するまでの旅行前時間に左右され、交通シミュレーションでは、これを与条件として計算することが多い。推計結果の信頼性を確保するには、旅行前時間の適切な設定が鍵になるが、このためには、その拠り所となる基礎データを十分に蓄積しておくこと

が重要になる。

原子力災害時の避難行動に関する取り組み^{7~13)}は、これまでもいくつか行われている。特に、我が国では、1999年に発生したJCO臨界事故について、当時の防災情報に対する住民の接触状況とその対応行動について、分析が行われている^{7,8)}。また、Webアンケートや電話を用いた意識調査により、避難の際の各種交通手段の選択率を得ている例^{9~11)}や、避難訓練時の車両の動態データを収集し、渋滞の発生や交通規制の効果を分析している例^{12~13)}がある。

本研究では、福島県で発生した原子力発電所の事故を対象に、アンケート調査から住民の避難行動実態の一端を明らかにすることで、避難時間推計に利用可能な基礎データを整備することを目的とする。本稿では、この避難行動調査の内容と、得られたデータを特に旅行前時間のばらつきに着目して整理した結果を記述する。なお、原子力発電所の事故経緯やその後の政府の対応といった内容は、文献^{14,15)}に詳しいので、本稿ではこういった内容を整理しない。

2. 避難行動調査の概要

地域住民の避難行動調査を行うに先立ち、データ整備の対象とする測定項目を決定しておく必要がある。避難時間推計では、PAZに対して避難指示が発令されることを前提に、全ての住民の避難行動が、この避難指示により誘起されるものと考え、次の二種類の交通

* 神戸大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

** (株)三菱重工業 主席技師・学士(工学)

Assistant Prof., Graduate School of Eng., Kobe Univ., Dr. Eng.
Chief Engineer, Mitsubishi Heavy Industries, B. Eng.

表1 避難行動調査の概要

ID	(Ⅰ)	(Ⅱ)
地域	檜葉町	いわき市常磐地区
配布先	応急仮設住宅	住戸
配布日	2011.9.23	2011.11.18
配布方法	郵便受けに投函	郵送による送付
配布数	712	1156 (37 宛先不明)
回答者	入居者の代表者	世帯主
回収日	2011.10.14	2011.12.9
回収方法	郵送による返送	郵送による返送
回収数	221	350
回収率	31.0%	31.3%

回答者内訳	年齢	男	女	計	男	女	計
	18-24	1	2	3	1	0	1
	25-34	4	8	12	2	0	2
	35-44	8	14	22	12	2	14
	45-54	17	16	33	19	7	26
	55-64	38	27	65	101	15	116
	65-74	29	19	48	88	16	104
	75-	25	13	38	66	21	87
	計	122	99	221	289	61	350

図1 避難行動調査の対象地域

流を同時に考慮した交通シミュレーションが行われることが多い。

- (i) PAZ 内の避難住民による交通流
- (ii) PAZ 外の避難住民による交通流

これは、PAZ の出口付近において、余分な避難車両が発生・滞留することにより、PAZ 内の住民の避難時間が延長されることを見込んでいる。そこで本調査では、こうした二種類の交通流に対応する次の項目を、主要な測定項目と考える。

(Ⅰ) 避難区域内で避難指示により避難した住民の旅行前時間

(Ⅱ) 避難区域外で自発的に避難した住民の比率と旅行前時間

ただし、ここでの「自発」は、避難の対象ではないに関わらず、避難が行われることを表し、避難指示がその動機に影響を与えてい

るか否かについては考慮しない。また、避難区域内には、避難指示が発令される前に、避難を行う住民も存在する可能性があるが、避難時間推計ではこうした存在を考慮しないことが多いこと、また、考慮した場合に全体の避難時間が危険側となることから、本調査では検討を行わない。ここでは、(Ⅰ)の調査対象地域に、福島第二原子力発電所の立地町で、町役場により町内の全ての住民に避難が指示された檜葉町を、(Ⅱ)の調査対象地域に、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の影響がなく、避難区域が設定されなかったいわき市常磐地区を選定した(図1)。

表1に、避難行動調査の概要を示す。調査(Ⅰ)は、2011年9月23日から10月14日までの間に、檜葉町の住民が入居する応急仮設住宅において、アンケート形式により実施した。調査票は、応急仮設住宅の郵便受けに投函する形で、712通の調査票を配布し、各戸の代表者に記入してもらった後、郵送により回収を行った。結果として、調査に回答した住民の数は221名であり、約31%の回収率に相当する。調査(Ⅱ)は、2011年11月18日から12月9日までの間に、いわき市常磐地区の住戸において、アンケート形式により実施した。調査票は、(株)ゼンリンが発行する住宅地図(2010年12月時点)を基に、無作為に抽出した1156世帯に、郵送により配布した。このうち、宛先が不明のため返送されてきた調査票は、37通である。調査票は、世帯主に記入してもらった後、郵送により回収を行った。結果として、調査に回答した者は350名であり、回収率は約31%である。

3. 檜葉町住民の避難行動調査

3.1 町役場の対応による避難の概観

避難行動調査に先立ち、檜葉町の避難の全体像を概観しておく。東側を太平洋に面する檜葉町では、南北に延びる約7kmの海岸から西に約3kmの範囲に、市街地が集中している。檜葉町役場では、東北地方太平洋沖地震の翌朝に、町内の一部が政府による避難指示区域(福島第二原子力発電所から3km圏)に含まれたことを受け、町内に居住する全ての住民(約7,700人)を、いわき市に避難させることを決め、避難所の開設を要請した。筆者らによる檜葉町職員への聞き取りによれば、住民に対する避難指示の広報は、午前8時から開始されたようである。その際、自家用車を持たない等、自力での避難が困難な住民については、町内の公共施設に集合させ、町役場の保有車やスクールバスなど合計6台を用いて、いわき市に移送した。その際、両地域をつなぐ沿岸の国道6号線が、津波により通行不能状態となっていたため、内陸の主要地方道35号線を避難経路とし、数回の往復により避難者を移送した。結果として、移送車両の最終便は午後2時には出発し、町役場自体も午後4時にはいわき市に災害対策本部を移転していた。

3.2 避難トリップと行動時間の定式化

避難行動調査に先立ち、データ整備の対象とする避難行動の起点と終点(トリップ)を定義しておく必要がある。本調査で扱う檜葉町は、東北地方太平洋沖地震とその後の津波による被災域であるため、原子力発電所事故による避難が行われる前に、外出先から自宅に向けた帰宅行動や、町内の避難所に向けた移動が行われた可能性がある。ただし、こうした数段階の動きを一度に把握することは難しく、分析を行う上でも煩雑な作業を伴う。そこで本調査では、住

民が町外に向けて避難を始めた地点を、避難行動の起点とみなし、町外の何らかの施設（例えば、避難所や親類宅など）に収容されるなど、避難が一度落ち着いた地点を、避難行動の終点と考えることで、その間のトリップに関するデータを整備する。

次に、ある住民が避難行動の終点に到着する時間（以降では、避難完了時間と呼ぶ）を定式化しておく。ただし、住民が町外への避難を行うパターンは、

- (A) 避難の指示を受けた後、避難を開始する場合
- (B) 避難の指示を受ける前に、避難を開始する場合

の二種類に場合分けできるため、それぞれに行動時間の定式化を行う必要がある。まず、(A) の住民が避難を完了するまでの流れは、次のように仮定できる。

- (A0) 避難指示が発令される
- (A1) 避難指示が伝えられる
- (A2) 待ち合わせや身支度といった準備を行う
- (A3) 町外の収容施設まで移動する

また、(B) の住民が避難を完了するまでの流れは、

- (B0) 異変を覚知する
- (B1) 避難の思案など様子を窺う
- (B2) 町外の収容施設まで移動する

このとき、ある住民の避難完了時間 $t_{complete}$ は、事故の発生時刻を原点にとり、次のように表される。

$$t_{complete} = \begin{cases} t_{A0} + t_{A1} + t_{A2} + t_{A3} & (t_{start} \geq t_{receive}) \\ t_{B0} + t_{B1} + t_{B2} & (t_{start} < t_{receive}) \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 $t_{A0} \sim t_{A3}$ 、 $t_{B0} \sim t_{B2}$ はそれぞれ過程 A0～A3、B0～B2 に要する時間、 t_{start} は出発時間、 $t_{receive}$ は避難指示の取得時間である。なお、出発時間 t_{start} と取得時間 $t_{receive}$ は、次のように表される。

$$\left[\begin{array}{l} t_{start} = t_{A0} + t_{A1} + t_{A2} \quad OR \quad t_{start} = t_{B0} + t_{B1} \\ t_{receive} = t_{A0} + t_{A1} \end{array} \right] \quad (2)$$

3.3 行動時間の推定方法

本調査では、自記式のアンケートにより、

- ・避難指示を取得した時刻（ $t_{receive}$ に対応する時刻）
- ・出発した時刻（ t_{start} に対応する時刻）
- ・避難を完了した時刻（ $t_{complete}$ に対応する時刻）

の三種類の時刻を回答させ、これらの値から、避難パターン（A）における各過程の所要時間 $t_{A1} \sim t_{A3}$ を、次の式で推定する。

$$\left[\begin{array}{l} t_{A1} = t_{receive} - t_{A0} \\ t_{A2} = t_{start} - t_{receive} \\ t_{A3} = t_{complete} - t_{start} \end{array} \right] \quad (3)$$

ここで、避難指示の発令時間 t_{A0} は、檜葉町職員へのヒアリングにより得られた 3 月 12 日午前 8 時に対応する時間を与える。ただし、避難パターン（B）については、各過程の所要時間の推定を行わない。

3.4 避難行動データの類型化

行動時間の分析を行う前に、得られた避難行動データの全体像を概観するため、樹形図による類型化を行う（図 2）。ここでは、類型化の要素として、「避難行動の起点」「出発時刻」「交通手段」「避難先市町村」を採用し、合計で 22 の行動型に分類した。ただし、類型

化にあたっては、「性別」「年齢」「住所」「避難行動の起点」「出発時刻」「交通手段」「避難行動の終点」「避難完了時刻」の全てが回答されており、行動に時間的な矛盾（例えば、出発時刻＞避難完了時刻）が見られないものを選別した。その結果、類型化に利用可能なデータ数は 185 名分となった。

まず、「避難行動の起点」を見ると、自宅または町内の避難所から避難を行った回答者が殆どであることが分かる。次に、「出発時刻」を見ると、殆どの回答者が、町役場による避難指示の発令後に、町外に向けて避難を始めたことが分かる。「交通手段」を見ると、多くの回答者が自家用車を用いて避難を行っている。その一方で、他世帯の車や役場が用意した乗合バスを利用した回答者も存在する。最後に、「避難先市町村」を見ると、殆どの回答者が町役場の避難指示に従い、避難先となったいわき市に向かったことが分かる。結果として、避難行動の起点が自宅か町内の避難所かという違いはあるものの、避難指示の発令後に出発し、自家用車を用いて、町役場の指示先に避難したタイプ（T4、T14）が支配的となった。このことは、本調査で問題とする「PAZ 内の避難住民による交通流」の性格として、十分に想定されるものである。

4. 檜葉町住民の避難行動時間

ここでは、回答率が支配的であったタイプ T4（避難指示が発令された後に自宅を出発し、自家用車を用いていわき市内に避難した回答者）に着目し、行動時間の分析を行う。ただし、分析にあたっては、避難行動の類型化で基準とした回答項目に加え、「避難指示の取得源」「避難指示の取得時刻」の全てが回答されており、行動に時間的な矛盾（例えば、避難指示の発令時刻＞避難指示の取得時刻）が見られないものを選別した。その結果、分析に利用可能なデータ数は 48 名分となった。

図2 避難行動データの類型化（n=185）

4.1 行動率の推移

図3に、避難指示を取得した回答者、自宅を出発した回答者、避難を完了した回答者について、各比率の時刻推移を示す。ただし、横軸は3月12日の時刻を意味し、原点を同日の午前6時とした。まず、避難指示の取得率を見ると、町役場が避難指示を発令した直後から値が急激に増加しており、発令から2時間後の午前10

図3 行動率の推移 (T4, n=48)

図4 行動時間のばらつき (T4, n=48)

図5 指示取得源による t_{A1} のばらつき (T4, n=48)

時には、約80%の回答者が避難指示を受け取っていた。しかし、その後も、一部の回答者は避難指示を受け取ることができず、同日の午後7時になるまで、取得率は100%に達していない。次に、自宅の出発率（避難開始率）を見てみると、避難指示の取得率が右側に後退したような分布をとっており、避難者の発生は午前9～11時に集中していることが分かる。正午頃には、約90%の回答者が避難を始めているが、一向に避難を始めない回答者もいくらか存在する。最後に、避難完了率を見てみると、最も早く避難を終えた回答者でも、その時間は正午前であり、それ以降は、取得率や出発率と比較して、緩やかな分布が形成されている。午後6時には、約85%の回答者が避難を完了しているが、その後も夜遅くまで、住民の避難は継続している。

4.2 行動時間のばらつき

図4に、各回答者に推定された行動過程A1～A3の所要時間 t_{A1} ～ t_{A3} を示す。なお、+は各回答者の値を、○は中央値を、積み上げ棒の下部は平均を、上部は標準偏差を表す。ただし、 t_{A2} と t_{A3} については、プロットにない外れ値が存在する。このため、これらの行動時間に関連する基本的な統計量を、表2に整理した。まず、 t_{A1} （避難指示の発令から回答者が取得するまでの伝達時間）のプロットを見ると、各回答者の値は0～3時間の範囲に集まっていることが分かる。伝達時間 t_{A1} の平均は1.32時間、標準偏差は1.69時間、中央値は1時間と推定された。ただし、避難指示を受け取るまでに、6時間や10時間を要した回答者も存在する。次に、 t_{A2} （避難指示の取得から自宅を出発するまでの準備時間）のプロットを見ると、各回答者の値は0～2時間の範囲に集まっていることが分かる。準備時間 t_{A2} の平均は1.57時間、標準偏差は6.72時間、中央値は0.5時間と推定された。プロットの偏りに比べて平均と標準偏差が大きいのは、最大値が47時間と、避難指示を知ってから数日間避難を始めなかった回答者の影響を受けている。最後に、 t_{A3} （自宅の出発から避難を完了するまでの旅行時間）を見ると、各回答者の値は1～9時間の範囲に広く分布していることが分かる。旅行時間 t_{A3} の平均は5.37時間、標準偏差は4.39時間、中央値は5時間と推定された。

4.3 指示取得源による伝達時間のばらつき

図5に、各回答者の伝達時間 t_{A1} を避難指示の取得源ごとにプロットした結果を示す。なお、+は各回答者の値を、積み上げ棒の下部は平均を、上部は標準偏差を表す。これを見ると、多くの回答者が防災無線から避難指示を知ったことが分かる。次いで、自治体職員による声掛けや広報車による放送といった要因が多く、テレビやラジオといったマスメディアの比率は低い結果となった。避難指示の伝達にあたっては、基本的に、行政組織の応急対策に拠る所が大きいと言える。防災無線による伝達時間を見ると、値は0～3時間に集まっており、平均は1.02時間、標準偏差は0.90時間と推定された。一方、行政職員・広報車による伝達時間は0～10時間に広く分布しており、平均は2.55時間、標準偏差は3.12時間と推定された。これらの値から、防災無線は避難指示の比較的早期の伝達に効果を挙げていることが分かる。一方、行政職員による広報活動は、地域の巡回を要するため、その伝達時間には、ばらつきが生じると考えられる。なお、防災無線には見られない3～10時間の範囲にプロットが存在することから、防災無線の届かなかった住民に避難指示を伝えるという点で、一定の効果を挙げていることが窺える。しかし、

平均的な時間を考えても、行政組織が住民に避難指示を伝えるのは容易でないことが表れており、一定の遅れ時間が見込まれる必要がある。

4.4 旅行時間と旅行距離のばらつき

図 6 に、各回答者の旅行時間 t_{A3} と旅行距離の関係を示す。なお、ここでの旅行距離は、調査票の自由記述より把握できた避難経路の総道路長をとってある。このため、プロットが可能なデータ数（避難経路が把握できた回答者数）は 16 名分であり、いずれも午前 8 時～11 時の間に自宅を出発した者である。各回答者の旅行距離は 32.3～54.4km の範囲にあり、平均は 40.1km であった。これらの値を旅行時間 t_{A3} で除することで、避難経路を通した平均的な旅行速度が推定される。各回答者の平均旅行速度は 4.6～27.6km/時の範囲にあり、その平均は 11.1km/時、標準偏差は 6.6km/時と推定された。特に、プロットの多くは平均よりも遅い範囲に集中しており、概ね、通常の歩行から小走りの速度に相当する。このことは、避難車両が特定の経路に集中したことで渋滞が生じていた可能性を示唆しており、自家用車の利用が旅行距離の点では有効であるものの、旅行速度の点では非効率であったと言える。

5. いわき市常磐地区住民の避難行動調査

5.1 自発避難率の定式化

本調査で扱ういわき市常磐地区は、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の影響がなく、原子力発電所の事故後に設定された避難区域から約 30km の位置にある。避難時間推計では、避難区域外の余分な避難者の発生量が問題になるため、この地域からいわき市外に向けて避難を行った住民に着目する。ここでは、自発避難率 R_V を、事故の発生時刻を原点にとり、ある時間までに避難を開始する人数の人口に対する比率として、次のように定式化する。

$$R_V = \frac{n_V}{n} = \int_0^t r_V dt \quad (4)$$

ここに、 n はある地域の人口、 n_V はある時間までに避難を開始する人数、 r_V は単位時間あたりに避難を開始する人数の人口に対する比率、 t は時間である。次に、避難区域外から行われる避難行動は、3.2 で仮定した避難パターン (B) と考えてよいから、その避難開始時間 t_{start} は次のように表される。

$$t_{start} = t_{B0} + t_{B1} \quad (5)$$

ここに、 t_{B0} は原子力施設の事故を覚知する時間（覚知時間）、 t_{B1} は覚知から出発までに要する時間（準備時間）である。

5.2 自発避難率の推定方法

本調査では、自記式のアンケートにより、出発時刻（ t_{start} に対応する時刻）を回答させ、これを基に、ある時間までに避難を開始した人数 n_V をカウントし、自発避難率 R_V を次の式で推定する。

$$R_V = \frac{n_V}{n^*} \quad (6)$$

ここに、 n^* は標本の大きさである。本調査では、「性別」「年齢」「事故の覚知時刻」「避難の有無」「出発時刻」「避難先の住所」の全てが回答されていた 250 名を n^* とした。また、単位時間あたりの自発避

表2 行動時間の基本統計量 (T4, n=48, 単位: h)

時間	平均	標準偏差	中央値	最大値	最小値
t_{A1}	1.32	1.69	1.0	10.0	0.0
t_{A2}	1.57	6.72	0.5	47.0	0.0
t_{A3}	5.37	4.39	5.0	30.5	1.0

図6 旅行時間と旅行距離のばらつき (T4, n=16)

図7 自発避難率 R_V の推移 (n=250)

難率 r_V は、時間刻み Δt で差分化することにより、次の式で推定する。

$$r_V(t) = \frac{R_V(t + \Delta t) - R_V(t)}{\Delta t} \quad (7)$$

6. いわき市常磐地区住民の自発避難率

6.1 自発避難率の推移

図 7 に、原子力発電所の事故を覚知した回答者、避難を開始した回答者の各比率の時刻推移を示す。ただし、横軸には日時をとっており、プロットの幅は 6 時間に相当する。まず、事故の覚知率を見ると、12 日の早朝から値が急激に増加を始め、同日の夜には約 60% の回答者が、16 日にはほぼ全ての回答者が事故を覚知していたことが分かる。次に、自発避難率 R_V を見ると、その値は覚知率に

比べて緩やかに推移している。自発避難率は 12 日の午前中から増加を開始し、15 日に急上昇を見せた後、収束に向かっている。22 日における自発避難率は 36.0%と推定され、事故から約 10 日間で 10 人に 3～4 人は避難を行っていた結果となった^{注 1)}。特に、単位時間あたりの自発避難率 r_V を見ると、避難者の発生は、避難区域 (20km 圏) の外側に屋内退避区域 (20～30km 圏) が設定された 15 日の 11 時頃を契機に活発化しており、その後数日間に集中している。この要因として、防護措置区域の拡大が身の危険を連想させたことが考えられるが、区域の一部がいわき市にかかったことで、相乗的な影響があったものと考えられる (図 1)。

6.2 単位時間あたりの自発避難率のばらつき

避難者の発生が活発化する 15 日の午前 12 時以降に着目し、単位時間あたりの自発避難率 r_V の推移を示せば、図 8 のようになる。ここでは、1 時間ごとに算出される r_V を○印で、それらを 6 時間ごとに平均化した値を階段状に示してある。なお、これらに関連する基本的な統計量を表 3 に整理した。1 時間ごとの r_V を見ると、その値は大きくばらついており、避難が行われた時間と全く行われなかった時間に分かれている。特に、値が 0 のプロットは、日にちによらず、午後 6 時から午前 6 時の間に集中していることから、避難行動

図8 単位時間あたりの自発避難率 r_V の推移 (n=250)

図9 避難を行わなかった理由 (n=152)

表3 単位時間あたりの自発避難率 r_V (n=250, 単位: 人/h)

日時	時間	平均	標準偏差	最大値
3.15	12-18	0.0073	0.0112	0.028
	18-24	0.0020	0.0022	0.004
3.16	0-6	0.0007	0.0016	0.004
	6-12	0.0040	0.0025	0.008
	12-18	0.0053	0.0041	0.012
	18-24	0.0013	0.0021	0.004
3.17	0-6	0.0000	0.0000	0.000
	6-12	0.0053	0.0041	0.012
	12-18	0.0020	0.0022	0.004
	18-24	0.0000	0.0000	0.000
3.18	0-6	0.0000	0.0000	0.000
	6-12	0.0027	0.0033	0.008
	12-18	0.0027	0.0033	0.008
	18-24	0.0000	0.0000	0.000

が夜間には行われにくく、日中に多いことを示している。避難者の発生量が最も多いのは 15 日の 13～14 時の間であり、単位時間あたりの自発避難率 r_V は 0.028 と推定された。これは、1 時間に 100 人に 3 人が避難を始めていたことを意味する。時間が経つにつれて、各日のピーク値やプロットのばらつきは減少していることから、自発避難が顕著に生じるのは、防護措置が実施された直後数時間、または、その当日であり、時間の経過とともに鎮静化に向かうものと考えられる。

6.3 避難の阻害要因

図 9 に、避難を行わなかった 152 名により回答されたその要因の内訳を示す。なお、要因の回答にあたっては、選択肢から一つを選ばせるものとし、「迷った結果避難を行わなかった回答者」と「迷うことなく避難を行わなかった回答者」に分類し、内訳を整理した。これによると、避難を行わなかった回答者の約 60%が、避難の意思決定に何らかの思案があったことが分かる。全体的には、避難区域の更なる拡大はないと判断した回答者が最も多いが、避難にあたり迷いがあった回答者を見ると、ガソリンがなかった、本人や家族に仕事があった、高齢者や障害者、乳児等の避難が困難な者がいたのように、避難の意思はあっても、何らかの障害により断念した回答者が多いことが分かる。このことは、自発避難率の値が、こうした避難上の障害による影響をある程度受けていることを意味する。

7. まとめ

福島県楡葉町およびいわき市常磐地区の住民を対象に、福島原子力発電所事故後の避難行動に関するアンケート調査を実施し、避難時間推計に利用可能な基礎データを整理した。ここでは、避難時間推計で問題となる

(Ⅰ) 避難区域内で避難指示により避難する住民の旅行前時間

(Ⅱ) 避難区域外で自発的に避難する住民の比率と旅行前時間の二種類を主要な測定項目と考え、それぞれの定式化を行った後、値のばらつきに注意してデータを整理した。

まず、(Ⅰ)については、楡葉町住民の回答データから、避難指示の発令後に自宅を出発し、自家用車を用いて町役場の指示先に避難した回答者が支配的であることを示した。その後、避難指示の発令から取得までの伝達時間・取得から出発までの準備時間など、交通

シミュレーションの与条件となる不確定な旅行前時間について、回答データのばらつきを示すとともに、基本的な統計量を算出した。次に、(Ⅱ)については、いわき市常磐地区住民の回答データから、単位時間あたりの自発避難率を1時間ごとに算出した。これによると、自発避難率は、防護措置が実施された直後数時間、または、その当日にピークをとった後、時間の経過とともに減衰することが示された。ただし、本稿の結果は、(Ⅰ)(Ⅱ)のそれぞれについて一地域と、限られた地域での行動データに拠るものであり、地域条件の違いにより生じる影響については、検討を行うことができなかった。このため、複数の地域を対象にしたデータにより、本稿で得られた結果の性質を確認する必要がある。

注

注 1) いわき市外へ避難を行った回答者は 91 名であり、その際に利用された移動手段の内訳は、自分や家族の車が 79 名、親類や知人の車が 9 名、その他が 3 名であり、ほぼ全ての回答者が車を利用していた。また、その避難先は、親類や知人の家が 72 名、ホテルや旅館が 11 名、その他が 6 名、無効回答が 2 名であった。

参考文献

- 1) 原子力安全委員会：原子力施設等の防災対策について、1980（平成 22 年 8 月一部改訂）
- 2) 原子力安全委員会：「原子力施設等の防災対策について」の見直しに関する考え方について 中間とりまとめ、2012
- 3) 山本一也：原子力緊急時の住民避難計画の策定に関する調査、JAEA-Review 2007-035, pp. 1-63, 2007
- 4) 山本一也：原子力緊急時の住民避難計画の策定に関する調査 (Ⅱ) フラ

- ンスの即時対応と避難、及び避難時間評価に関する各種モデルの実例調査、JAEA-Review 2008-027, pp. 1-54, 2008
- 5) 円谷信一・西野智研・田中哮義：都市災害を想定した避難シミュレーションシステムの開発－自家用車利用避難のモデル化－、日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2 分冊, pp. 257-258, 2010
 - 6) 円谷信一・佐々木洋幸・藤田侑作・西野智研・田中哮義：新しい防災指針に基づく避難シミュレーションに関する研究、日本原子力学会 2012 年春の大会, 2012
 - 7) 梅本通孝・石神努・小林健介：JCO 臨界事故時の住民の情報接触と対応行動、地域安全学会論文集, NO. 4, pp. 231-240, 2002
 - 8) 廣井脩・三上俊治・田中淳・中村功・中森広道・八木絵香・関谷直也：1999 年 JCO 臨界事故と住民の対応、東京大学社会情報研究所調査研究紀要, 第 15 号, 2001
 - 9) 梅本通孝：県域間に及ぶような長距離避難における住民の避難手段選択に関する研究、日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol. 46, No. 2, pp. 131-141, 2011
 - 10) KLD Associates, Inc.; Indian Point Energy Center: Development of Evacuation Time Estimates, KLD TR-369, 2003
 - 11) KLD Associates, Inc.; South Texas Project: Development of Evacuation Time Estimates, KLD TR-415, 2007
 - 12) 山本一也：平成 20 年度茨城県原子力総合防災訓練における自家用車避難訓練の評価、JAEA-Technology 2008-089, pp. 1-80, 2009
 - 13) 川上剛・山本一也・福本雅弘：平成 21 年度原子力総合防災訓練における自家用車避難訓練、災害時要援護者自家用車避難訓練及び大規模集客施設一時滞在者帰還訓練の評価、JAEA-Technology 2010-024, pp. 1-83, 2010
 - 14) 国会事故調 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会、報告書, 2012
 - 15) 福島原発事故独立検証委員会、調査・検証報告書, 2012

(2013 年 7 月 2 日原稿受理, 2014 年 1 月 14 日採用決定)