

原発周辺地域を対象とした大規模避難計画と 避難時間推計に関する研究

杉沢 聡美¹・高山 純一²・中山 晶一郎³・藤生 慎⁴

¹学生会員 金沢大学 自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: fgl214@stu.kanazawa-u.ac.jp

²フェロー 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: takayama@t.kanazawa-u.ac.jp

³正会員 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: nakayama@t.kanazawa-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: fujiu@se.kanazawa-u.ac.jp

2011年に発生した福島第一原子力発電所での事故を契機に、原子力災害に対する防災意識が高まり、防災計画や避難計画に改訂が進んでいる。しかし原子力災害は極めて発生事例の少ない災害であり、現実的かつ安全な計画の策定にはまだまだ見直しが必要な段階である。原発立地道県では、避難計画の評価・改善のため、避難時間推計を行っており、2014年春までにほとんどの道県が結果を公表している。本研究では、それらの公表資料をもとに、各道県の想定と比較や課題の抽出を行った。その結果をふまえ、今後は避難シミュレーションを実施し、より良い避難計画の検討を行うことを目的とする。

Key Words : *traffic simulation, nuclear hazard, evacuation plan, evacuation time estimate*

1. はじめに

2011年3月の福島第一原子力発電所事故（以下福島原発事故）は、日本だけではなく世界的に衝撃を与えた、重大な原発事故となった。この事故により多くの人々が避難し、未だに避難生活を送る人もいる。また、放射性物質の拡散は今も続いており、大きな問題となっている。国内では、原子力災害に関する防災計画や避難計画が次々と見直され、各関係自治体は対応に追われている。

この福島原発事故以後、原発再稼働に向けての賛成派と反対派の論争が全国各地で起こっており、その論点の一つに「実行可能な避難計画」がある。2014年7月には、鹿児島県の川内原発に、震災後初となる再稼働の許可が下され、注目を集めている。また、国の方針では、原発から半径5kmの「放射性物質の放出前に直ちに避難する区域」(PAZ)と、半径5~30kmの「緊急時に避難や屋内退避ができるよう準備する区域」(UPZ)の区域に分けての防災計画等の再編を進めることになっているが、川内原

発を有する鹿児島県の知事は、要援護者に関しては10km圏内の対策で十分、といった趣旨の発言をし、全国からこれに対する様々な意見が出ている。

こういった背景をふまえ、本研究では、原発を有する道県が行っている、原子力災害時の避難時間推計の内容・結果を比較し、現在の各自自治体の想定の違いや課題を探る。その結果をもとに、本研究で今後進めていく予定である、石川県の志賀原発周辺を対象とした避難時交通シミュレーションの参考とする。

2. 研究の方法

(1)避難時間推計の比較

本研究では、国内の原発が立地する13道県を対象とし、各道県がホームページなどで公表する「避難時間推計結果報告」を収集した。その結果、福井県と新潟県を除く11道県で、2014年7月までに推計結果報告が公表されていた。その11道県の公表資料をもとに、項目ごとに比較

を行った。比較項目として、「使用したシミュレータ」「推計実施パターン数」「避難手順（一斉避難か段階別避難か）の設定」「時間帯の設定」「季節・天候の設定」「避難準備時間の設定」「影の避難率（避難指示区域外の住民の避難率）の設定」「自家用車率の設定」「背景交通の設定」「要援護者の扱い」「バス等の代替避難手段の扱い」「複合災害の考慮の有無」「結果の評価方法」「追加項目」「その他特筆事項」の15項目を設定した。使用したシミュレータに関しては、道県の資料上で公表していたのは青森県のみであったが、ユーデック株式会社ホームページ²⁾上で、AimsunETEを使用した県は把握できた。

避難時間推計は、基本的には各道県の避難計画に沿うように行われている。避難計画では、全道県で広域避難時の主要交通手段を自家用車としており、シミュレーション上でも自家用車避難を主体としている。福島原発事故以前は、これほど広域な避難範囲は想定していなかったため、主要な避難手段を自治体が用意するバス等や徒歩としていた。しかし、福島原発事故時には避難区域が原発周辺20km圏内にまで広がり、バスや徒歩のみでの避難はほぼ不可能となった。そのため、福島原発事故後は各種の防災計画や避難計画の中で、自家用車避難も視野に入れた検討がされている。特に原子力災害のような広域避難を要する場合には、自家用車避難を主体とするようになった。しかし自家用車避難にも多くの課題が残っており、その一つが交通渋滞である。福島原発事故の避難においても、多くの自家用車が一斉に避難を開始したことによる大きな渋滞が発生し、問題となった。そのため、避難時に発生すると思われる交通渋滞等の問題を、交通シミュレーションにより把握し、最善の避難方法を探ることが、道県の行う避難時間推計の目的である。

(2)シミュレーション

続いて本研究で対象とする、志賀原発周辺の避難シミュレーションを行う。結果は発表時に報告し、ここでは簡単に説明をする。

本研究では、石川県志賀町の志賀原子力発電所で事故が発生した想定で、避難時の交通シミュレーションを行う。基本的には、全避難住民が石川県の避難計画に沿って避難を行うとする。避難先は石川県に定められており、志賀原発から離れるように放射状に避難することになっている。シミュレーションには「Aimsun」を用いる。

3. 避難時間推計調査結果

各道県の避難時間推計報告についてまとめたものを、次ページの表-2に示す。色つき項目は、その道県が標準パターンとして多く用いている設定である。他県につい

ても同様にまとめ、比較を行った。その結果、どの道県でも具体的な想定ができていない点、道県ごとに差異が大きい点などが見つかった。

(1)推計結果の評価方法

推計結果はほとんどの道県で90%ETEのみで評価している。90%ETEというのは、避難対象区域内の全住民のうち、90%が避難完了する（原発周辺30km圏外に出る）までにかかる時間である。しかし防災計画では、PAZは放射性物質の拡散が始まる前に避難開始するものの、5～30km圏内に避難指示が出るのは拡散がはじまってからとなっている。そのため、全体の避難を早く完了させることも重要ではあるが、個々の避難車両が外にいる時間、つまり個々の避難車両の走行時間を短縮させることも重要だと言える。

90%ETE以外の推計時間を出しているのが、青森県、静岡県、島根県である。例として、静岡県の避難時間推計結果の一部を抜粋したものを表-1に示す。静岡県では90%ETE、100%ETE、平均走行時間、走行時間90%マイル値、走行時間100%マイル値を公表している。表-2の例では、影の避難率以外の条件は全て同じである。色つきは、90%ETE、走行時間平均値、走行時間90%マイル値の各項目ごとに、一番時間が短くなったものである。この結果を見れば分かる通り、「90%ETEを短くする」という見方と「個々の車両の走行時間を短くする」という見方とで、最善となる避難パターンは変わってくる。多くの県は90%ETEが一番短くなる方法を最善策として見ているが、現状の防災計画等の内容からすると個々の車両の走行時間なども重要となると考えられ、シミュレーション結果を様々な面から見て評価する必要があると考えられる。

(2)シミュレーション範囲について

道県が行っているシミュレーションでは、シミュレーションの範囲を30km圏外の少し外側までとしており、避難時間は「30km圏外に出るまでの時間」となっている。そのため、実際の避難完了、つまり避難所に到着するまでの時間は、もっと長くなることに留意する必要がある。実際に事故が起きた場合には、30km圏外に出たからといって、安全が確保できるわけではない。また30km圏外で

表-1 静岡県推計結果抜粋

影の避難率	90%ETE		各車両の走行時間	
	PAZからUPZ外	UPZからUPZ外	平均	90%値
0%	4時間30分	24時間25分	4時間05分	11時間45分
20%	6時間15分	22時間00分	3時間35分	9時間30分
40%	10時間15分	22時間00分	3時間30分	8時間15分
60%	13時間45分	23時間15分	3時間40分	8時間45分
80%	17時間25分	25時間15分	4時間00分	11時間00分
100%	19時間30分	20時間20分	4時間45分	13時間15分

生じる可能性のある渋滞、とくにスクリーニングポイント(3)要援護者について
 トヤ駐車場周辺での交通状況も、推計上では確認できていない。一部の県では
 どの県も具体的な想定はできていない。

表-2 避難推計の比較

	北海道				青森県		
使用したシミュレータ	AimsunETE				VISSIM		
パターン数	372				108+17		
避難手順	2段階	3段階	地域別4段階		2段階	3段階2種類	
時間帯	昼	夜			平日・日中	休日・夜間	
季節、天候	夏季	冬季			冬季	その他	
	冬季速度35%減				冬季は速度が平常時の25%減		
避難準備時間	記載なし				平日日中	指示後1時間57分までに100%避難開始	
					休日夜間	指示後1時間25分までに100%避難開始	
					観光客	指示後50分までに避難開始	
					これらは通報認識までの時間、職場や学校からの帰宅時間、自宅での準備の時間を足して算出		
影の避難率	20	40	60	100	20	60	100
自家用車率	50	70	95		50	80	95
背景交通	交通センサスにより日中・夜間の交通量再現				交通センサスより作成し、指示後の背景交通は減少のみ(流入なし)		
要援護者	記載なし				・在宅者 自家用車避難 ・入院患者 家族の迎えで自家用車避難(重篤患者は不確定事項が多いため考慮せず)		
バス等の代替避難手段	バス 手配時間は含むが、詳細は記載なし				PAZ圏はむつ市、UPZ圏は県内全域のバス事業者に依頼 PAZ圏はバス手配に2時間、UPZ圏は5時間要する バスの具体的配車は想定が難しいため、市町村ごとに最短配車時間と最長配車時間を算出 その間に各集合場所へバスが到着すると想定		
複合災害	記載なし				記載なし		
評価方法	90%ETE				90%ETE、延べ走行時間		
追加項目	観光ピーク、通行止め、交通規制				緊急交通路不使用、道路規制、全住民バス避難、鉄道使用		
その他特筆事項							

	宮城県			福島県			茨城県					
①	記載なし			AimsunETE			AimsunETE					
②	43			記載なし			36					
③	PAZ	一斉	2段階	一斉	4段階		PAZ避難	10km避難2段階	20km避難3段階	UPZ避難2段階		
④	2段階目の避難開始タイミングは3パターン			日中	夜間		日中	夜中				
⑤	記載なし			記載なし			通常	悪天候				
⑥	記載なし			3時間以内に出発			悪天候時速度30%減					
⑦	60%	40%	20%	20	40	60	0%	20%	40%	60%	80%	100%
⑧	100%			100	90	80	100%	90%	80%			
⑨	記載なし			センサスより発生させ、2時間後まで走行			開始後2時間継続					
⑩	記載なし			記載なし			記載なし					
⑪	なし			記載なし			記載なし					
⑫	記載なし			記載なし			記載なし					
⑬	90%ETE			90%ETE			90%ETE					
⑭	牡鹿半島北部の避難タイミング変更			風向きによる避難方向の変更、道路インパクト、スクリーニングの影響			観光ピーク、通行止め、交通規制					
⑮				現在人口、将来人口の両方で算出			第一原発、第二原発それぞれ単独・同時の両方を想定					

	静岡県					石川県				鳥取県			
①	記載なし					AimsunETE				記載なし			
②	28					258				記載なし			
③	2段階	多段階				一斉	2段階	4段階	PAZのみ	一斉	5段階	PAZ圏要援護者避難後、距離ごとの4段階避難	
④	多段階には「走行時間最短型」と「避難指示一定間隔型」の2種類					日中	夜間			昼間	夜間	平日	休日
⑤	記載なし					平常	悪天候			夏	冬		
⑥	記載なし					悪天候時速度35%低下				記載なし			
⑦	100%	80%	60%	40%	20%	0%	60%	40%	20%	30km圏内20%、30~40km圏内10%			
⑧	100%						95%	70%	50%	在宅要援護者の半数以外は自家用車避難			
⑨	記載なし					センサスに基づき、開始後2時間まで継続				開始後2時間継続			
⑩	記載なし					健全者と同様の避難				PAZ圏は先に避難開始			
⑪	PAZ圏のみバス避難パターンあり					20人/台の想定で、一般車両と同様のタイミングで出発				在宅要援護者の半数はバスで避難すると想定			
⑫	単独災害 複合災害					必要台数確保できるものとし、バスタン輸送は行わない				バス450台			
⑬	地震・津波との複合災害を想定し、海沿い道路を消去した道路網を使用					記載なし				記載なし			
⑭	ETE(90%、100%)、走行時間(平均値、90%値、100%値)					90%ETE				ETE(90%、100%)、移動時間			
⑮	観光ピーク、避難方向限定型					観光ピーク、通行止め、避難先変更パターン(全県南側、一部富山県へ)				乗り合わせ避難、観光ピーク、高速道路料金所解放、通行止め			

	愛媛県				佐賀県						鹿児島県		
①	AimsunETE				記載なし						AimsunETE		
②	記載なし				52						記載なし		
③	PAZ	PAZ+要援護者	一斉	2段階	一斉	2段階	3段階	4段階	6段階	PAZ要援護者先行避難	一斉	2段階	
④	日中	夜間			記載なし						平日昼	平日夜	休日昼
⑤	記載なし				記載なし						平常	悪天候	
⑥	指示から2時間以内				避難指示までに避難準備指示が出ている想定						悪天候時速度35%減		
⑦	100%	80%	60%	40%	20%	0%	100%	80%	60%	40%	20%	0%	
⑧	100%						100%						
⑨	開始後2時間継続				記載なし						開始後2時間継続		
⑩	一般住民より早く避難開始するパターンあり				記載なし						記載なし		
⑪	避難手段はあらかじめ手配したバス等				記載なし						健全者と同様の避難		
⑫	要援護者のみが使用するが手配時間は考慮せず				記載なし						公共輸送は考慮せず		
⑬	一部道路使用不可のみ				記載なし						津波による避難先からの避難パターンあり		
⑭	90%ETE				100%ETE						90%ETE		
⑮	船舶の使用、避難先・ルートの指定、乗り合わせ、手信号による誘導、通行止め				通行止め、観光ピーク、県外経由避難、乗り合わせ						通行止め、乗り合わせ、観光ピーク、津波避難先からの避難		
⑯	基本パターンでは避難先の指定はせず、放射状に避難												

一般住民よりも先に要援護者の避難を開始するパターンでのシミュレーションを行っているが、福島原発事故時の避難でも要援護者の避難先・移動手段の確保等、要援護者の避難準備にかなり時間がかかっており、一般住民よりも先に避難開始できるとは考えにくい。

(4)自家用車以外の避難手段について

バスなどの代替移動手段による避難を想定している県は多いが、ほとんどは「バスの手配はできている状態」かつ「台数は十分に確保できておりピストン輸送は行わない」などの条件下でシミュレートしている。

福島原発事故時にもバス等代替交通手段は用いられているが、その手配は非常に困難だったようである²⁾。推計上では、バスの所有台数をもとに、避難時に使用可能なバス台数を算出している自治体もあったが、問題となるのは車両数ではなく、運転手の手配であると考えられる。

(5)段階別避難について

すべての道県で何らかの形で段階別避難を想定しているが、次の段階の避難のタイミングが少し異なる。一番多く用いられているのは、「前段階の避難車両の90%が避難完了したら次の段階が避難を開始する」というものである。しかし実際の避難時に、90%の住民が避難を完了したことを即座に確認することは困難である。

これらのことをふまえ、今後行うシミュレーションの

方針を次のようにする。まず、避難の完了時間だけではなく、個々の車両の走行時間など、あらゆる出力項目から総合的に考察を行う。また、できるだけ広範囲でのシミュレーションを行い、駐車場の容量なども考慮する。要援護者やバス等の代替避難手段については、避難に使用できると考えられる台数の把握を行うとともに、福島原発事故など、過去の災害時の避難状況について調査し、手配にかかる時間やピストン輸送の有無を決定する。

4. まとめ

本研究では、原発立地道県の避難時間推計に関する資料を収集し、内容の比較と課題の抽出を行った。どの道県でも共通し、バス等の代替手段や要援護者の扱いについて、具体的な想定ができていないことが分かった。また、段階別避難の内容については、道県ごとにばらつきがあった。

今後は、この調査から分かった課題等を考慮した上で、石川県の志賀原発周辺を対象とした、避難時交通シミュレーションを行う予定である。具体的なシミュレーションの内容や結果については、発表時に示す。

参考文献

- 2) ユーデック株式会社ホームページ : <http://www.udec.co.jp/>
- 3) 環境経済研究所ホームページ : <http://ieci.or.jp/>

(2014. ?? 受付)

RSEARCH ABOUT LARGE-SCALE EVACUATION PLAN AND EVACUATION TIME ESTIMATE FOR SURROUNDING AREA OF NUCLEAR POWER PLANT

Satomi SUGISAWA, Junichi TAKAYAMA, Syouichiro NAKAYAMA
and Makoto FUJII