

□首都直下地震と市街地火災からの避難

東京大学先端科学技術研究センター 教授 廣 井 悠

1. はじめに

2023年は関東大震災から100年が経過する節目の年であった。このため、学会やマスメディア等で関東大震災の教訓を伝える報道やシンポジウムが多数開催されてきた。しかしながら、関東大震災において大量の人的被害が発生した大きな要因である「市街地火災からの避難」という問題について、中心的に扱ったイベントは思ったより少なかったように筆者は感じた。現代都市における地震火災リスクはいまだ小さいものではなく¹⁾、実際にも内閣府における首都直下地震の被害想定で火災に起因する人的被害は数多く見積もられているという現状がある²⁾。このため本稿では、首都直下地震のような大都市大震災時における市街地火災からの避難について、関東大震災から100年間で行われた対策と現在までの到達点、そして今後の課題について詳説する。

2. 関東大震災と市街地火災からの火災避難

1923年9月1日午前11時58分に関東地方を中心として発生した関東大震災では、105,000人にも及ぶ甚大な人的被害が記録されたが、特に甚大な被害の要因となったものが市街地火災による被害である。表は関東地震による住家被害の棟数と死者数の推計結果を示したものの^{3),4)}、建物被害

については東京市の多くが、もしくは横浜市の半分以上が火災によるものであり、両市ともに死者・行方不明者のほとんどが火災に伴って発生している。横浜市はともかくとして、東京市は震源から離れていることもあり、神奈川県ほど揺れは大きくなかったと一般に考えられているが⁵⁾、それではなぜ相対的に揺れが小さかった東京市で、これほどまでに甚大な人的被害が発生したのだろうか。これは地震発生時の時刻や気象条件、さらには東京市における木造建物の多さやその密度など様々な原因が考えられるが、特に大きな原因のひとつとして挙げられるのが「避難」に関する課題である。例えば関東大震災で最大の犠牲者を出した場所が、東京市本所区本所横網町の陸軍本所被服廠跡である。ここには多くの住民が発災後に避難していたが、大量の可燃物が持ち込まれていたほか、周囲から迫ってきた火災および火災旋風等が発生することにより、約4万人もの人命が失われた。また、13時から14時には地震発生直後の逃げ遅れで犠牲者が発生し、また神田駅などを代表として、東京市の主に東部地域において周囲を火災に囲まれることで、多数の焼死者もしくは溺死者が発生している。このような被災事例を通じて我々は、避難方法に関する教訓¹⁾や避難途上に発生した逃げまどいに関する教訓²⁾に加え、市街地火災から命を守る避難場所の安全性に関する教訓³⁾等を得ることとなった。

表 関東地震による住家被害棟数および死者数の推計^{3,4)}より引用

府 県	住家被害棟数						死者数(行方不明者含む)					
	全潰	(うち)非焼失	半潰	(うち)非焼失	焼失	流失埋没	合計	住家全潰	火災	流失埋没	工場等の被害	合計
神奈川県	63577	46621	54035	43047	35412	497	125577	5795	25201	836	1006	32838
東京府	24469	11842	29525	17231	176505	2	205580	3546	66521	6	314	70387
千葉県	13767	13444	6093	6030	431	71	19976	1255	59	0	32	1346
埼玉県	4759	4759	4086	4086	0	0	8845	315	0	0	28	343
山梨県	577	577	2225	2225	0	0	2802	20	0	0	2	22
静岡県	2383	2309	6370	6214	5	731	9259	150	0	171	123	444
茨城県	141	141	342	342	0	0	483	5	0	0	0	5
長野県	13	13	75	75	0	0	88	0	0	0	0	0
栃木県	3	3	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0
群馬県	24	24	21	21	0	0	45	0	0	0	0	0
合 計	109713	79733	102773	79272	212353	1301	372659	11086	91781	1013	1505	105385
(うち)												
東京市	12192	1458	11122	1253	166191	0	168902	2758	65902	0	0	68660
横浜市	15537	5332	12542	4380	25324	0	35036	1977	24646	0	0	26623
横浜賀賀市	7227	3740	2514	1301	4700	0	9741	495	170	0	0	665

3. 関東大震災から100年の市街地火災避難対策

この災害から今年で100年が経つ。この間、多数の戦災や都市大火による被害を経て、わが国では不燃都市を強く希求しつつも市街地火災への対応を考えながら市街地整備や消防力を充実させてきた。特に本稿で話題とする「市街地火災からの避難」については、避難路の確保や避難場所の設計に関する研究が精力的に行われているが、後者については火災から命を守る最後の砦という認識のもとで、周囲を全面火災に囲まれても計画人口を輻射熱から守るような工学的根拠を基にして設計がされており、これをもとに避難場所の避難有効面積と計画人口が算定されている。そしてこれらの研究は昭和30年代後半から実際の施設整備にも本格的に生かされはじめ、地震や戦災からの復興計画をはじめとした各都市におけるハード整備を通して、安全な避難場所が市街地内に用意され、橋が焼失する可能性も少なくなり、また都市防火区画の形成とあわせて避難路の沿道も不燃化が進み、一部の都市ではこれらの整備を前提とした市街地火災時特有の避難計画（段階避難など）も作られることになった。上記のような研究とその実装を通じて、わが国の都市は市街地火災からの避

難に関するハード性能を100年で劇的に改善してきた⁶⁾。

4. 市街地火災からの避難に関する現在の課題

しかしながら現代都市においても、市街地火災からの避難についてはいまだ大きな課題を残している。この課題は、避難者が建物に閉じ込められて移動困難となる可能性、要配慮者の避難支援、そして同時多発火災からの逃げまどい避難に関するリスクなど様々なものが挙げられるが、筆者は特に下記の2点が重要と考えている。

1つめは、都市の拡大と人口の増加に伴う課題である。例えば首都圏を対象にすると、関東大震災当時に約400万人（東京都人口、東京市は220万人）であった人口は現在の東京都で約1400万人を数え、大都市部への人口密集は100年前と比べて格段に加速している。このように、大都市への極端な集積のもとでは、避難場所の容量が足りなくなる、避難路で過密空間と避難速度の遅れが生じる、群集パニックが起るといった様々な問題が発生する恐れがある。特に2011年3月に発生した東日本大震災では約500万人の帰宅困難者が発生しているが、大規模地震によって平日の昼間に突

発的に電車が運休した場合、発生した帰宅困難者が避難圏域を超えて移動することにより、計画人口に含まれていない避難者が広域避難場所に向かうことで計算された火災安全性能が発揮できない、あるいは大量の徒歩帰宅者の存在が市街地火災からの避難行動に悪影響を与えるなどの問題が発生する可能性も否定できない。

後者について、具体的な影響を試算した結果が図である。ここでは延焼危険性の高い東京都墨田区北部を対象に、対象地域内の平日昼間での滞在者（PT 調査により算出し、総計4.5万人）が各建物から指定された避難場所（広域避難場所）へ移動するような行動ルールを設定し、首都圏の帰宅困難者が一斉帰宅するものと仮定したうえで⁷⁾、様々なケースのもとで避難場所までの避難完了時間分布を計算したものである⁸⁾。Case Aは混雑の影響がなく、かつ道路が閉塞しない場合を仮定しており、平常時に避難場所へ任意の住民が建物から移動することを想定しているが、この状況下では99%以上が30分以内に避難場所まで避難を完了することができる。Case Bは混雑を考慮しないが道路閉塞があるパターンを示したものである。ここでは、道路閉塞する場合は閉塞確率を細街路に限り1リンクあたり5%と設定しているが、Case Aと比べてやや避難完了時間が遅くなるが、それでも97%以上が一時間以内での避難が可能となる。Case Cは、道路閉塞したうえで、震災直後に地域住民全員が避難を開始するケースである。この状況下では、30分以内に避難を完了できる人が49.5%であり、1時間以内は71.2%、2時間以内でも89.7%しか避難場所に到達できない。Case Dは、道路閉塞したうえで、震災から2時間後に地域住民全員が避難を開始するケースである。ここでは震災直後に帰宅困難者が一斉帰宅するものとしているため、帰宅困難者の移動と市街地火災からの避難者が錯綜して大混雑を起こすケースを検証するもので、30分以内に避難を完了できる人は46.9%、1時間以内は65.9%、2時間以内でも

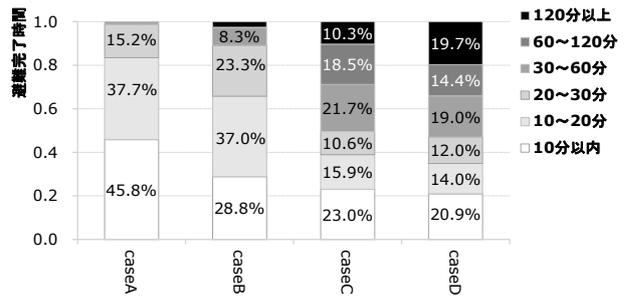


図 それぞれのケースにおける避難完了時間

80.3%しか避難場所に到達できない。これらからも、避難場所周辺における細街路の閉塞や帰宅困難者の一斉帰宅が市街地火災からの避難行動を大きく阻害することがシミュレーション上で再現されており、避難場所で計画人口を火災から守るためには、避難場所の設計のみならず、周辺の道路整備や広域的な人流管理政策が必須となる。

2011年に発生した東日本大震災では首都圏で515万人にもおよぶ大量の帰宅困難者が発生し、以降ではわが国の大都市で帰宅困難者対策が精力的にすすめられているが、帰宅困難者対策を行う意義として、群集事故の発生防止や緊急車両の円滑な活動のみが挙げられることが多い。このため、大都市においては社会全体で「一斉に帰らない」、「一斉に迎えに行かない」ための環境整備を行う必要があるが⁸⁾、帰宅困難者の移動が避難行動を阻害する可能性が示唆されたいま、この点も考慮した広域的な人流管理の実施と、帰宅困難者の広域的な移動を前提とした避難行動ルールの設定等が今後求められるのではないかと考えられる。

2点めは、都市火災経験の希薄化に伴う課題である。現段階においては、1976年に発生した酒田大火を最後に、約50年間平常時の大火は発生しておらず、甚大な市街地火災の発生は都市部における地震時のケースが主に懸念されているところである。しかしながら地震火災による大規模な市街地延焼は再現期間が長い現象であり、常備消防の充実に伴って、一般の住民は都市火災リスクが根絶されたような錯覚に陥っている可能性もある。

それゆえ、市街地火災からの避難行動は風水害や津波など他の災害と比べて、避難情報が出しにくいという課題のみならず、教訓や経験が相対的に積みあがりやすく、住民の対策意識も希薄化し、防災教育もほとんど行われておらず、その教訓も伝わりにくい傾向は否めない。さらに、市街地火災からの避難は風水害や津波からの避難と大きく異なり、同時に延焼防止活動や初期消火、要支援者の避難誘導なども必要とされることから、「早めの避難」が必ずしも被害の最小化に繋がるとは言いきれず、これは避難情報発表の是非をも左右するほど、避難開始のタイミングが難しい。そして、実際に避難を開始したとしても、段階避難をはじめとした複雑な避難行動を求められることが多く、またこの目的地についても「一時避難場所」、「一時集合場所」、「広域避難所」などの用語に関する理解が十分にされていない現状がある。筆者はこれらの問題意識に基づき、地震火災からの避難行動（を含めた発災時の地震火災対応）を考えるワークショップツールを開発しており、いくつかの地域でこれを用いた避難行動の検討を行っている（写真）。市街地火災を経験することが少なくなっただけ、このような取り組みを通じて、地域の地震火災に対するイメージ力や災害対応力を高める必要があるものと考えられる。



写真 市街地火災からの避難を考えるワークショップツール（同時多発火災）

5. おわりに

本稿では、関東大震災における避難の状況について東京市を中心として概説したうえで、市街地火災からの避難対策の進捗と現代の課題について概説した。総じて、市街地火災避難に関するハード性能は目覚ましく進展しているものの、大都市への過剰な集積に伴う問題と、都市火災経験の希薄化に伴う問題を代表として、いまだ大きな課題も残されており、100年が経過しても大都市の地震火災リスクが抜本的に改善したわけではない。関東大震災100年という節目を迎えるにあたり、発災時の人的被害の多寡を大きく左右する避難行動に関する課題はいまだ深刻であることを社会で再認識し、101年目を以降も継続的に啓発・対策を行う必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 廣井悠：関東地震の火災被害に関する教訓とそれから100年後の現代都市に与える示唆，地震予知総合研究振興会，地震ジャーナル，Vol.75，pp.43-52，2023.
- 2) 中央防災会議：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告），2013.
- 3) 諸井孝文，武村雅之：関東地震（1923年9月1日）による被害要因別死者数の推定，日本地震工学会論文集，第4巻，第4号，pp.21-45，2004.
- 4) 内閣府：災害教訓の継承に関する専門調査会1923関東大震災報告書，2006.
- 5) 武村雅之：関東大震災がつくった東京，中公選書，2023.
- 6) 中島直人，村山頭人，高見淳史，樋野公宏，寺田徹，廣井悠，瀬田史彦：都市計画学 - 変化に対応するプランニング - 学芸出版社，2018.09.
- 7) 廣井悠，大森高樹，新海仁：大都市避難シミュレーションの構築と混雑危険度の提案，日本地震工学会論文集第16巻第5号，pp.111-126，2016.04.
- 8) 廣井悠，大森高樹，新海仁，大都市複合災害避難シミュレーションの提案，日本災害情報学会第16回研究発表大会概要集，pp.14-15，2015.
- 9) 廣井悠，大都市大震災時の帰宅困難者対策，新都市，第77巻，第9号，2023.09.

補注

- (1) 当時は避難に関する計画や避難場所の指定はなく、また江戸時代の火災避難に関する民衆知も希薄化していたことにより、避難の遅れや盲目的な追従行動、家財の持ち出しが多く犠牲者発生の一因になったと言われている。
- (2) 火災と火災に挟まれて多くの人々が亡くなったほか、「橋の上に衝突して押潰され踏み倒され、橋より落ちて大河に沈むもあり、欄干に押し付けられて絶息するあり（東京市、相生橋）」、「橋上で避難を急ぐ人の流れの中、子供やお年寄りが圧死する悲劇もあった（横浜市、吉田橋）」と手記などで形容される、避難途中における群集事故の発生も記録されている。
- (3) 当時は東京市全体の半数にもものぼる約100万人がオープンスペースに避難しているが、可燃物（家財）が多く、隔離距離がないオープンスペースで多くの人々が亡くなっている。このことから、関東大震災以降はこれら避難空間における被害を検証することにより、如何に火災から安全な場所を都市内に確保すべきかという、大きな都市整備上の示唆を得ることになった。