

首都直下地震を想定した文京区各避難所に対する避難者数の試算

— 東京都の被害想定手法に基づく2012年と2022年の新旧比較 —

Estimation of Number of Evacuees at each Shelter in Bunkyo Ward
during a Tokyo Metropolitan Earthquake
— Comparison of 2012 and 2022 based on Methods of Determining Estimated Damage
in the Tokyo Metropolitan Area —

古川 洋子* 平田 京子** 石川 孝重***
Yoko FURUKAWA Kyoko HIRATA Takashige ISHIKAWA

要約 2022年公表の首都直下地震の被害想定に基づき、文京区の各避難所地域における建物被害棟数および避難者数を試算した。その結果、建物被害が東部に偏り、全壊、焼失の被害地域が重なっていることを明らかにした。各避難所での避難者数は約250～1,200人と算出され、数百～千人程度の避難者受け入れ準備が必要となる。避難原因別でみると、ライフライン支障による避難者の割合が高い特徴がある。また、後期高齢者の避難者が100人を超える避難所が5か所、0～4歳児が50人を超える避難所が5か所あり、要配慮者、特に大人数の高齢者への対応の強化が課題となる。2012年試算結果との比較からは、課題であった避難所の収容可能人数超過はほぼ解消された。これは、焼失、全壊での避難者数減少が顕著であったことによる。焼失避難が千人規模で収容率200%を超える過酷な状況が想定された2か所での避難者数は半数以下となったが、収容力超過解消には至っておらず、課題が残る。

キーワード：首都直下地震、避難所、文京区、避難所避難者、建物被害

Abstract Based on estimated damage in the event of a Tokyo metropolitan earthquake as was published in 2022, the number of buildings damaged and evacuees in each shelter in Bunkyo Ward were estimated. Results revealed that the damage to buildings would be unevenly distributed in the eastern part of the city and that the areas of complete destruction and loss due to fire overlap. The number of evacuees in each shelter was calculated to be approximately 250 to 1,200, which means that the Ward needs to be prepared to receive several hundred to a thousand evacuees. A high percentage of evacuees would be the result of disruptions to critical infrastructure. In addition, there would be 5 shelters with more than 100 elderly evacuees over the age of 75 and 5 shelters with more than 50 children ages 0 to 4, so enhancing the response to people in need, and particularly large numbers of the elderly, is an issue to address. Excess capacity at shelters was an issue, but a comparison of the 2022 estimate to the 2012 estimate indicates that the issue has almost been entirely alleviated. This is due to the significant decrease in the number of evacuees in fire-ravaged and completely destroyed areas. Assuming terrible conditions with a capacity rate of over 200% and over 1,000 people evacuated due to burnt buildings, 2 shelters would have less than half of their capacity, but overcapacity would not be alleviated, so the issue remains.

* 建築デザイン学科学術研究員
Researcher Fellow, Department of Architecture and Design
** 建築デザイン学科
Department of Architecture and Design
*** 名誉教授
Professor Emeritus

Key words : Tokyo metropolitan earthquake,
Evacuation shelter, Bunkyo Ward,
Shelter evacuees, Building damage

1. はじめに

マグニチュード7クラスの首都直下地震が、今後30年間に70%の確率で発生すると予想され¹⁾、切迫性が高まっており、首都圏では甚大な被害が想定されている。避難所は、発災時に住まいと生活を失った人々が身を寄せて生活を送る拠り所となり、また在宅で不自由な避難を強いられる地域住民を支える情報や物資配給の拠点として重要な役割を担うことになる。

研究対象である文京区では、33か所の区立小中学校等を避難所とし、避難所ごとに収容する町会・自治会を定めて指定避難所を割り振っている。各避難所には2007年度から地域住民を中心とする避難所運営協議会を設立し、避難所を円滑に開設・運営するための訓練などを避難所単位で実施している。

一方東京都は、首都直下地震等による東京の被害想定²⁾の中で、各市区町村を単位とした被害状況を公表している。地震被害への対応を考える際には、日頃の事前準備に取り組んでいるより詳細な単位である避難所が震災時には各地域の核となり得る。そこで本研究では、文京区各避難所単位での建物被害、避難所避難者数を定量的に把握し、被害の特性を明らかにすることを目的とする。

対象とする地震は、想定される首都直下地震の中でも、震度6強以上が23区の約6割に広がり、都内で最大規模の被害が予想される都心南部直下地震(M7.3、冬18時、風速8m/秒)とする。

2. 建物被害からみる各避難所地域の状況

本試算では、2022年に公表された首都直下地震に関する最新の被害想定²⁾の算定元データ、算定手法に倣う。各避難所地域における建物被害棟数から、地域の被害状況を把握する。ここでの建物被害とは、揺れ・液状化・急傾斜地崩壊・火災による全壊・半壊・焼失による被害を指す。

2.1 避難所単位での建物被害棟数の算定

文京区全体での建物被害棟数は、建物全壊計468棟、建物半壊計2,461棟、建物焼失計173棟と想定されている²⁾。この東京都による被害想定は250mメッシュごとの値を使用し、文京区全体を単位としてまとめたものである。今回の試算にあたり、この250mメッシュでの被害棟数データを文京区から提

供いただいた。

文京区は214の250mメッシュから構成される。250mメッシュは1辺が約50mの矩形である。これを33の避難所地域へ換算した。先行研究³⁾の方法に倣い、メッシュごとに地図上で各避難所部分の面積を計測し、1つのメッシュが複数の避難所地域にまたがる場合には、面積率によって建物被害棟数を各避難所に振り分けた。

2.2 建物被害棟数からみる被害の特徴

各避難所地域での建物全壊による被害棟数をFig. 1に示す6段階に分類すると、6棟以上30棟未満の避難所が、33避難所中25避難所と多くなっている。最も被害棟数が多い避難所は、30棟以上75棟未満の4避難所である。これを地図上でみると、台東区に接する東側の地域に集中している。

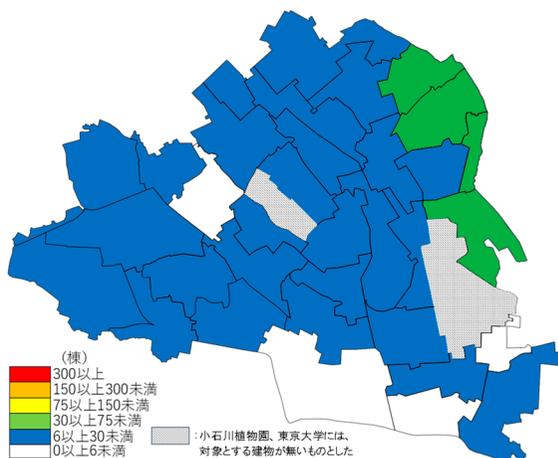


Fig. 1 Number of buildings destroyed in each shelter area (earthquake in southern Tokyo, winter, 6:00 PM, wind speed 8m/s)

建物半壊棟数は、文京区全体では全壊の5倍超と多くなっている。中でも文林中学校避難所が最も多く、全壊被害と重なり建物倒壊が集中する。また、建物半壊被害の地域をFig. 2でみると、文京区の東部および北部に偏っている。

建物焼失棟数が最も多いのは、6棟以上30棟未満の5か所であり、Fig. 3で示すように、このうち4か所は建物全壊が多い地域と重なっており、救命救護、初期消火、避難などに特に注意を要する。

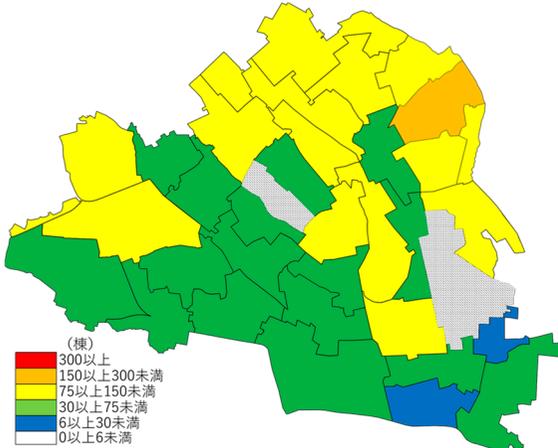


Fig. 2 Number of buildings partially destroyed in each shelter area (earthquake in southern Tokyo, winter, 6:00 PM, wind speed 8m/s)

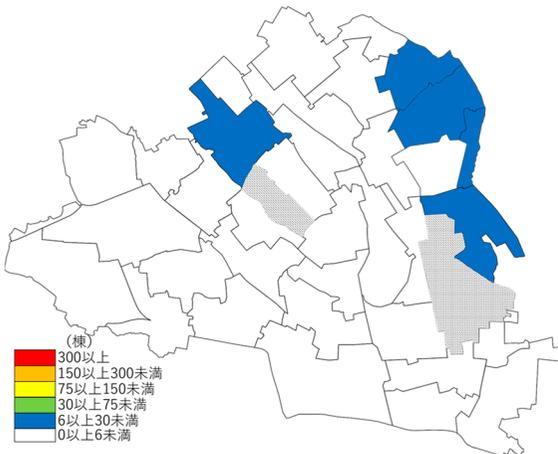


Fig. 3 Number of buildings burned in each shelter area (earthquake in southern Tokyo, winter, 6:00 PM, wind speed 8m/s)

3. 避難所避難者数からみる各避難所の状況

3.1 文京区の避難所避難者数と都による算定手法

2022年の東京による被害想定²⁾での避難者は、建物被害、ライフライン被害、高層階に居住しエレベータ停止に伴い避難する者の3要因を考慮して算出している。東京都の想定に示される算定式と係数を用い、公表されている文京区の想定人数を書き加えて示したのが Fig. 4 である。

文京区全体では建物被害、ライフライン支障、エレベータ停止による避難者数は、合計 39,160 人と公表されている¹⁾。これは夜間人口 240,069 人の

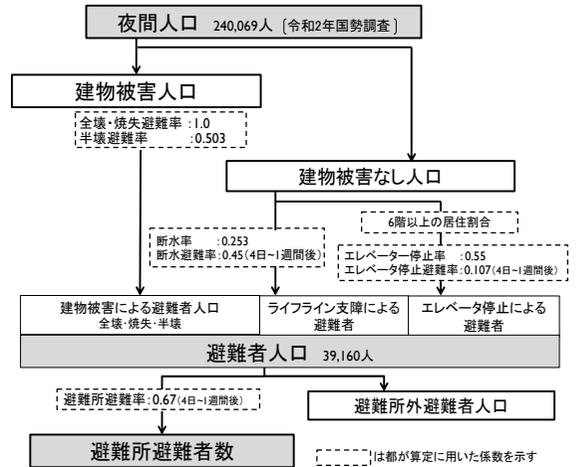


Fig. 4 Steps in calculating the number of evacuees in Bunkyo Ward

16.3%にあたる。避難所への避難者は、このうち67%が避難すると26,237人、人口の約11%となる。

この避難所避難者の算定には、まず「夜間人口」に建物被害率を乗じて「建物被害人口」を算定する。次にこの「建物被害人口」に建物避難率を乗じて、「建物被害による避難者人口」を算出する。一方、「夜間人口」から「建物被害人口」を引いたものを「建物被害なし人口」とする。「ライフライン支障による避難者人口」は、「建物被害なし人口」にライフライン支障率とライフライン被害による避難率を乗じる。「エレベータ停止による避難者人口」は、「建物被害なし人口」から「ライフライン支障人口」を引き、これに6階以上の居住割合、エレベータ停止率、エレベータ停止による避難率を乗じる。建物被害、ライフライン支障、エレベータ停止による「避難者人口」に避難所避難率を乗じて、「避難所避難者数」を算定する^{注1)}。

避難率、断水率、エレベータ停止率、避難所避難率は、Fig. 4 に示す都の算定値を用いる。全壊・焼失避難率、焼失避難率、断水避難率、エレベータ停止避難率の各避難率は、都が2021年に実施したアンケート調査等に基づく係数を採用している。避難所避難率は、避難者数のピークと想定される4日~1週間後の割合67%を用いる。

建物被害率(全壊・焼失率、半壊率)は、第2章で求めた建物被害棟数の値を用い、全建物棟数に占める被害棟数から求める。6階以上の居住割合は、令和2年国勢調査から共同住宅の6階以上に居住す

る人口のデータを用いる。

3.2 各避難所の避難原因別避難所避難者数

各避難所の避難原因別避難所避難者数の試算では、上述の算定方法に倣い、建物被害、ライフライン支障、エレベータ停止の原因別に避難者数を算出した。

避難者数の人数試算の根拠となる夜間人口および6階以上の居住人口は、避難所単位では公表されていない。令和2年国勢調査の町丁目単位での夜間人口、および共同住宅の居住階別人員のデータを用いて、それぞれ1つの町丁が2つ以上の避難所地域にまたがる場合には、地図上で避難所ごとに町丁目面積を計測し、面積率により避難所単位に換算した。

各避難所単位での避難所避難者数の試算結果を、避難者数が多い順に Fig. 5 に示す。ここでは各避難所名 A~T が小学校、a~j が中学校、 α, β, γ がその他の施設を指す。

避難所避難者数は避難所により約 250~1,200 人となった。避難所により大きな差があり、数百~千人程度の大人数の避難者受入れを想定した準備が必要となる。

避難原因別に色分けした避難者数を見ると、住む家を失った建物被害者よりも、断水によるライフライン支障を要因とする避難者数の割合が高い特徴がみられる。自宅での備蓄があれば、在宅避難により避難所避難者数を低減できる可能性がある。

なお、算定結果は仮定条件下での試算に基づく結果であることに留意する必要がある。

3.3 各避難所の収容可能人数

各避難所の収容可能人数は「避難所収容基準」⁴⁾である 3.3 m²あたり 2 人に従い、避難所有効面積から算出した。避難所有効面積は、文京区から入手したデータに基づき、学校防災計画等の対象箇所の面積と各箇所の係数との積の和で求めた合計面積を用いた。

Fig. 5 に示すように、各避難所の収容可能人数は最小で 718 人 (K) から最大で 1,976 人 (Q) と大きな開きがある。避難所の混雑度合いである避難所収容率を、収容可能人数に占める避難所避難者数の割合でみると、100%以上の余裕がない避難所が 5 か所 (A,N,S,h, β) ある。このうち 3 か所 A,N,h は避難者数も 1,000 人を超えた大人数となっている。高齢の避難者は発災当初はしのいで後から避難する割合が高いことから⁵⁾、余裕がない避難所ではあふれることを考慮し、満杯になった後に避難して来る高齢者の場所を確保しておくなどの対策が求められる。

4. 配慮が必要となる避難所避難者

避難所では良好な生活の質を確保し、被災者の命を守る対策が必要となる。能登半島地震においては、避難所生活が特に要配慮者への大きな負担となり、二次避難の取り組みが行われた⁶⁾。基本的な生活に欠かせないトイレ、寝床、食事、衛生などの生活環境、また二次的な避難などへの配慮が必要となる人数を予めイメージして、事前計画をたてておくことが望ましい。そこで、計算上ではあるが要配慮者となり

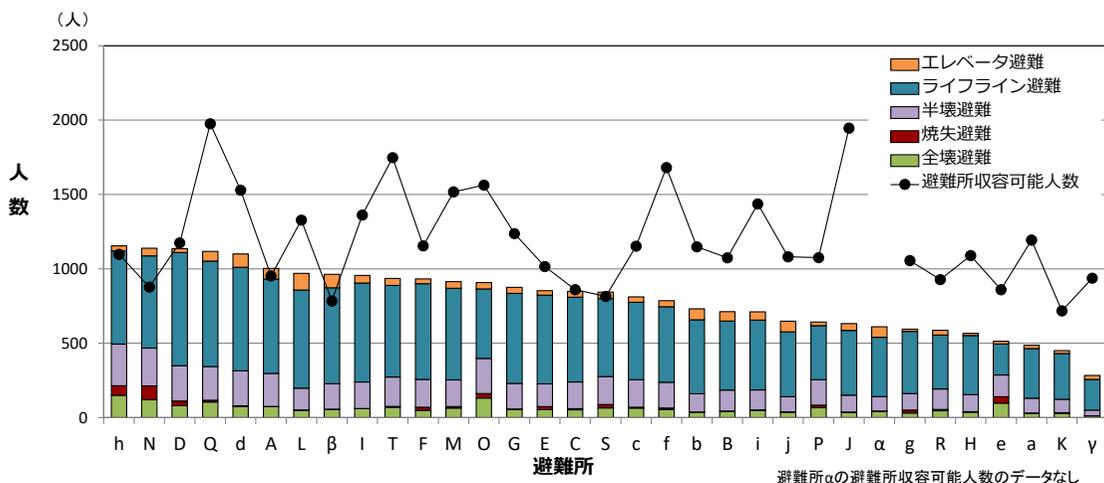


Fig. 5 Estimated number of evacuees by cause and the capacity of each shelter (2022)

得る避難者数を把握する。ここでは後期高齢者、乳幼児に着目し、各避難所におけるおおよその避難者人数を試算する。

人数算定の方法は、第3章の令和2年国勢調査の町丁目単位での夜間人口と同じデータを使用し、町丁目別・年齢別人口から要配慮者などの避難所避難者数を避難所別に算出した（Fig. 6）。ここでは、各避難所の避難所避難者数に各地域の年齢層別割合を乗じて年齢層別避難者数を算出し、現実に要配慮者の全員が来る訳ではないと思われるが、その全員が避難するとした場合の試算である。

各避難所での75歳以上の後期高齢者の全避難者に占める割合は7～14%（41～128人）となっている。これをFig. 6の人数で見ると、100人以上の避難所が5か所（D,N,O,Q,h）にのぼる。最も少ない避難所γでも40人程度と相当数が予想される。数十人から百人を超える後期高齢者への対応は、床に寝ることが難しい高齢者の健康を守る生活の質の確保、二次的な避難先の調整など、高齢者の受入れ体制の強化が課題となる。高齢ゆえ避難所へ避難しないことも考えられるが、その場合にも自宅での避難生活を送るうえでの支援や避難先を確保するなど、地域での対応が必要となってくる。

また0～4歳の乳幼児は、11～53人と人数幅が大きく、50人を超える避難所が5か所（A,D,Q,d,h）ある。全避難者数が多い避難所で要配慮者の人数も多くなっている。大人数の避難者、大人数の要配慮者への対応が課題となる。

一方で、避難所の運営者として考えられる20～69歳の割合は66～74%と高く、各避難所で約500～600人が想定される。建物被害を受けながらも元気

な避難者の運営への協力が期待される。

5. 2012年被害想定時との建物被害棟数および避難所避難者数の比較

2012年公表の都による被害想定⁷⁾に基づく一連の研究結果⁸⁾と本研究での2022年被害想定の新旧比較を通して、10年を経た変化と新たな課題を明らかにする。

なお新旧の被害想定および試算での主な違いは、対象とする地震、避難者数が最大となる時期、避難要因にエレベータ停止が加わった点である（Table 1）。試算方法にこれらの違いがあるが、ここでは変化の概要を把握することとする。また、文京区の避難所指定でも変化があり、32か所から33か所となった。指定町会の割り振りや町会境の変更なども生じたが、32か所を新旧で比較した。

Table 1 Differences in 2012 and 2022 damage estimates

	2012年の被害想定	2022年の被害想定
対象とする地震	東京湾北部地震 (冬、18時、風速0m/秒、 マグニチュード7.3)	都心南部直下地震 (冬、18時、風速0m/秒、 マグニチュード7.3)
対象時期 (避難者が最大となる時期)	1日後	4日～1週間後
避難原因	建物被害 ライフライン支障	建物被害 ライフライン支障 エレベータ停止

5.1 建物被害棟数の変化

東京都は被害想定報告書²⁾の参考資料として、「10年間の主な取組と減災効果」において、耐震化の促進による建物全壊棟数、木密地域不燃化プロジェクトによる焼失棟数の減災効果を挙げている。これを両試算結果を通して文京区全体および避難所

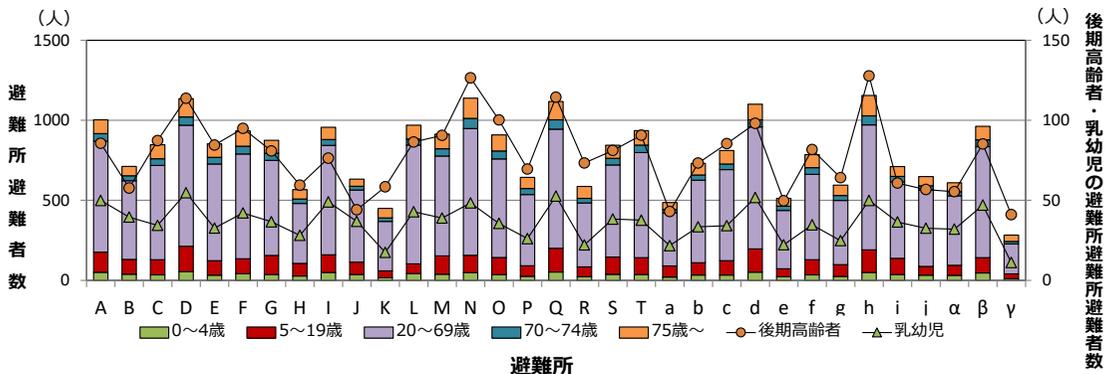


Fig. 6 Estimated number of evacuees by each age group in each shelter

単位で比較する。

2012年の被害想定による文京区全体での建物被害棟数は、建物全壊3,602棟、建物半壊7,307棟、建物焼失2,443棟と公表されている⁷⁾。2022年の想定では、同468棟、2,461棟、137棟であり²⁾、それぞれ2012年の13%、34%、6%へと大幅に低減し、特に焼失棟数の減少が顕著である。

全壊棟数について避難所地域別の地図でみると、2012年には150以上300棟未満の避難所が9か所だったのが、2022年には最も多い避難所でも30以上75棟未満の4か所となった(Fig. 7)。ただし、このうち2か所(O,e)は他と比べて減少率が低い現状がある。

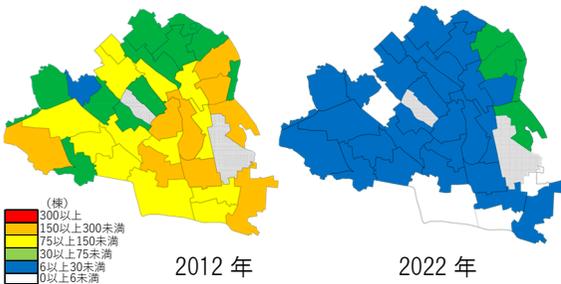


Fig. 7 Number of buildings destroyed in each shelter area (2012 vs. 2022)

半壊棟数については、2012年には300棟以上の避難所が8か所だったが、2022年には150以上300棟未満が1か所となった(Fig. 8)。ここは、半数程度へ大きく減少したが、2012年時の棟数が特に多かったことによる。

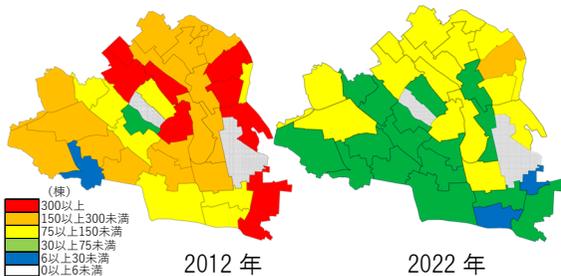


Fig. 8 Number of buildings partially destroyed in each shelter area (2012 vs. 2022)

焼失棟数は、2012年には最も被害が大きい300棟以上の突出した避難所が2か所あったが、2022年に

はこの2か所を含めた4避難所が6以上30棟未満へと大幅に低減した。その他全ての地域が0以上6棟未満となり、一様に被害棟数が少なくなったことがわかる(Fig. 9)。

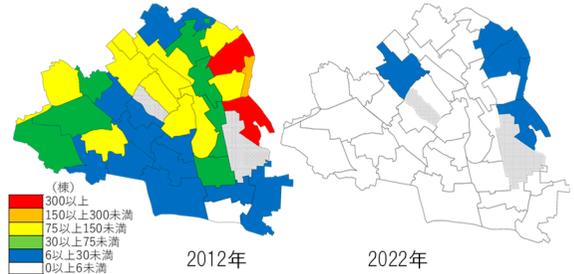


Fig. 9 Number of buildings burned in each shelter area (2012 vs. 2022)

5.2 避難所避難者数と避難所収容可能人数の変化

2012年の被害想定では、文京区全体での避難所避難者は40,213人と想定され⁷⁾、これは人口の約20%にあたる。2022年には26,237人、約11%へと人数も割合も減少した。

旧試算結果⁸⁾はFig. 10に示すように、各避難所での原因別避難者数をみると、避難所1か所あたりでは約500~2,500人が生じる結果となり、1,000人以上の避難者が生じる避難所が全体の2/3にあたる20か所にのぼる。避難所収容率でみると、46%と余裕のあるところから最大では215%にもなる。この場合、収容可能人数超過の避難所は21か所にのぼり、特に建物倒壊・焼失が集中する2か所(N,h)で定員の2倍以上にもなり、過酷な状況が予想された。収容可能人数超過による避難者のあふれ出しが大きな課題であった。

これらの避難所別各原因別避難者数および避難所収容可能人数の値について、2012年(Fig. 10)と2022年(Fig. 5)とを比較する。なお、エレベータ停止による避難者は2012年にはないが、避難所避難者数はエレベータ停止での避難者数も含めた人数で比較している。

各避難所での避難原因別の増減人数を割合に換算すると、焼失避難の減少が顕著で2012年の3~22%となっている。次に全壊避難が8~67%と開きがあるものの大きく減少した。半壊避難も34~93%ではあるが全ての避難所で減少していることがわかる。一方、ライフライン避難は、全ての避難所で大幅に

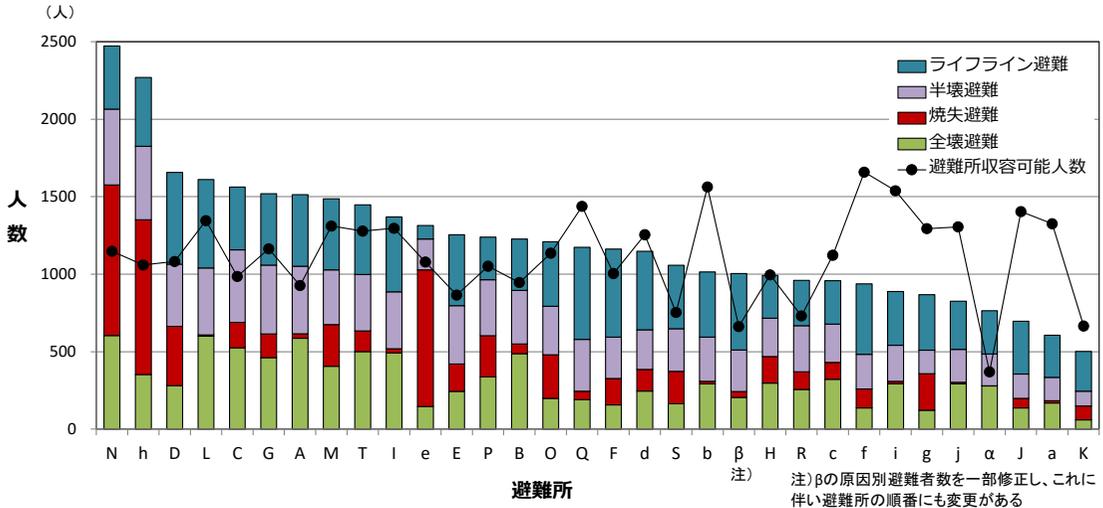


Fig. 10 Estimated number of evacuees by cause and the capacity of each shelter (2012)⁸⁾

増加しており、112～240%の値となっている。これは、建物被害がなかった人口にライフライン支障率とライフライン被害による避難率を乗じて算出するため、建物被害による避難者減少に起因する。その結果、総避難所避難者数は39～96%へと減少した。避難所収容可能人数は、新旧での算出方法が異なっているが、22避難所で増加している。文京区では児童数増加に伴い、教室不足対策を行っていることが一因と考えられる。

焼失避難者数が千人規模で特に多かった避難所3か所(e,h,N)は、避難所避難者数が半数程度へ低減した。減少割合は、全壊、焼失、半壊も他と比べて特に高くはないが、焼失避難者数が特に多かったため、焼失避難の減少が影響した。ただしNは収容可能人数も低減しており、収容率が200%を超えていたh,Nが収容力超過解消には至っておらず(Fig. 5)、未だ注意を要する。

全避難者数の減少が僅かな避難所(J,K,Q,d,β)は、全壊・半壊避難数の減少割合が他より少ない特徴がみられる。この5か所全て収容力が108～138%へと増加しているが、βではあふれ出しは解消されていない。

6. おわりに

2022年の被害想定に基づく文京区の各避難所地域における建物被害棟数の試算結果から、建物被害が主に東部の避難所地域に集中しており、建物全壊、

焼失の被害地域が重なっていることを明らかにした。救命救護、初期消火、避難など特に注意を要する。

各避難所での避難者数は、約250～1,200人と算出され、数百～千人程度の避難者受け入れを想定した準備が必要となる。避難原因別でみると、ライフライン支障による避難者の割合が高い特徴がみられる。また、後期高齢者の避難者が100人を超える避難所が5か所、0～4歳の乳幼児が50人を超える避難所が5か所想定され、要配慮者への対応、特に大人数の高齢者対応の強化が課題となる。

2012年の試算との比較からは、当初課題であった収容力超過はほぼ解消された。これは500～2,500人だった避難者数が250～1,200人へと減少し、焼失、全壊による避難者数の減少が顕著であったことによる。焼失避難が千人規模で特に多かった避難所での避難者減少率は半数程度と高いが、収容力超過解消には至っていない。

各避難所の避難者人数は、耐震化、不燃化対策などにより数百～千人規模へと減少し、避難所のあふれ出しがほぼ解消されたが、大人数の要配慮者への対応が課題となることを明らかにした。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京都及び文京区から試算に関する情報を提供いただいた。また本学の元大学院生 高橋伶奈氏には、旧試算のデータ及び算出手法を提供いただいた。ここに感謝の意を表する。

注

注1) 都による被害想定²⁾では算定方法の詳細が不明な点があったが、本方法で文京区の避難者人口を算出したところ、誤差 0.89%となったため、この方法を採用した。

引用文献

- 1) 中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）、2013年12月19日。
- 2) 東京都防災会議：首都直下地震等による東京の被害想定報告書、2022年5月25日。
- 3) 高橋伶奈、平田京子、古川洋子、石川孝重：東京都の被害想定手法に基づく被害状況試算—首都直下地震に対する文京区での住民の地域防災力向上に関する研究 その1—、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）（都市計画）、pp.49～50、2014年9月。
- 4) 東京都防災会議：東京都地域防災計画震災編（令和5年修正）〔本冊〕、p.529、2024年10月26日閲覧。
- 5) 古川洋子、平田京子、石川孝重：文京区民の避難行動と避難所初動期に関する意識調査—首都直下地震に対する文京区での住民の地域防災力向上に関する研究—、日本建築学会技術報告集、第23巻、第53号、pp.259～264、2017年2月20日。
- 6) 厚生労働省：特集 令和6年能登半島地震への厚生労働省の対応について、令和6年版厚生労働白書、p.177、<https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/23/dl/2-tokusyu.pdf>、2024年10月13日閲覧。
- 7) 東京都防災会議：首都直下地震等による東京の被害想定報告書、2012年9月。
- 8) 古川洋子、平田京子、石川孝重：文京区の32避難所地域を単位とした避難所生活者発生状況と避難所運営協議会による避難者受け入れ準備体制の把握—首都直下地震に対する文京区での住民の地域防災力向上に関する研究—、日本建築学会計画系論文集、第80巻、第713号、pp.1587～1596、2015年7月。