

第4章 広域避難計画における防災事業実施による避難所要時間変化測定

本章では、第2章で示した地域区分のうち、木造建物が密集し夜間人口の多い住居地域における防災について考察する。東京都区部の外縁部の住居地域には、木造建物が広範囲に広がっており、大規模地震時には延焼火災による危険性が高い。そのため広域避難計画が防災計画の重要な位置を占めている。

東京都では、第1章で詳細に述べた地域危険度の高い区部において予め安全な場所を確保し、東京都震災予防条例に基づき172ヶ所の避難場所の指定（うち5ヶ所は地区内残留地区）と避難場所への地区割り当てをしている。また、地域危険度測定調査では、広域避難計画における地区別避難危険度を測定している。

地区別避難危険度は、500mメッシュを算定単位として、各メッシュの中心から避難場所までの避難所要時間を算定し、その避難所要時間に避難人口を乗じた「延べ避難時間」をランク分けすることによって測定される¹³⁾。一方、筑波大学都市防災研究室では、町丁目を算定単位として、広域避難の出発地（一時集合場所）から指定された避難場所の入口までの所要時間を算定する「避難所要時間算定モデル」を開発している¹⁴⁾。本章では、この町丁目を算定単位とする「避難所要時間算定モデル」を用いて、防災事業の実施による避難所要時間の変化を定量的に分析する。

分析は区部の一部地域を対象として事例研究を行い、事業効果の測定指標を避難所要時間とする。防災事業の内容については、東京都が実施する震災の防止と軽減に関する予防的施策を取りまとめた「東京都震災予防計画」を基にして、避難所要時間の低減に役に立つと考えられる4つの事業を取り上げた。事業の推進には予算という制約条件があり、事業実施における費用には地価や補償など地域の状況によって差があると考えられるが、本章では、経年的な事業の実施を想定し、避難時間の短縮に大きな影響を及ぼす防災事業を抽出することにした。

4.1 東京都における広域避難計画

4.1.1 避難場所の指定と避難方式

東京都の市街地は、木造家屋が広範囲に広がっており、災害に強い安全なまちづくりは今後とも重要な課題である。このような状況の下で、大地震の発生時には出火防止、初期消火活動がとりわけ重要であるが、地震火災が拡大し危険が及ぶような場合には、都民の生命の安全確保を最優先に考えなければならない。そのためには、事前に避難場所を指定し、日常から都民への周知を図ることが必要である。

東京都では、このような事態に備えて、木造建物が連担している区部の市街地において予め安全な場所を確保し、東京都震災予防条例に基づいて避難場所⁽¹⁾と避

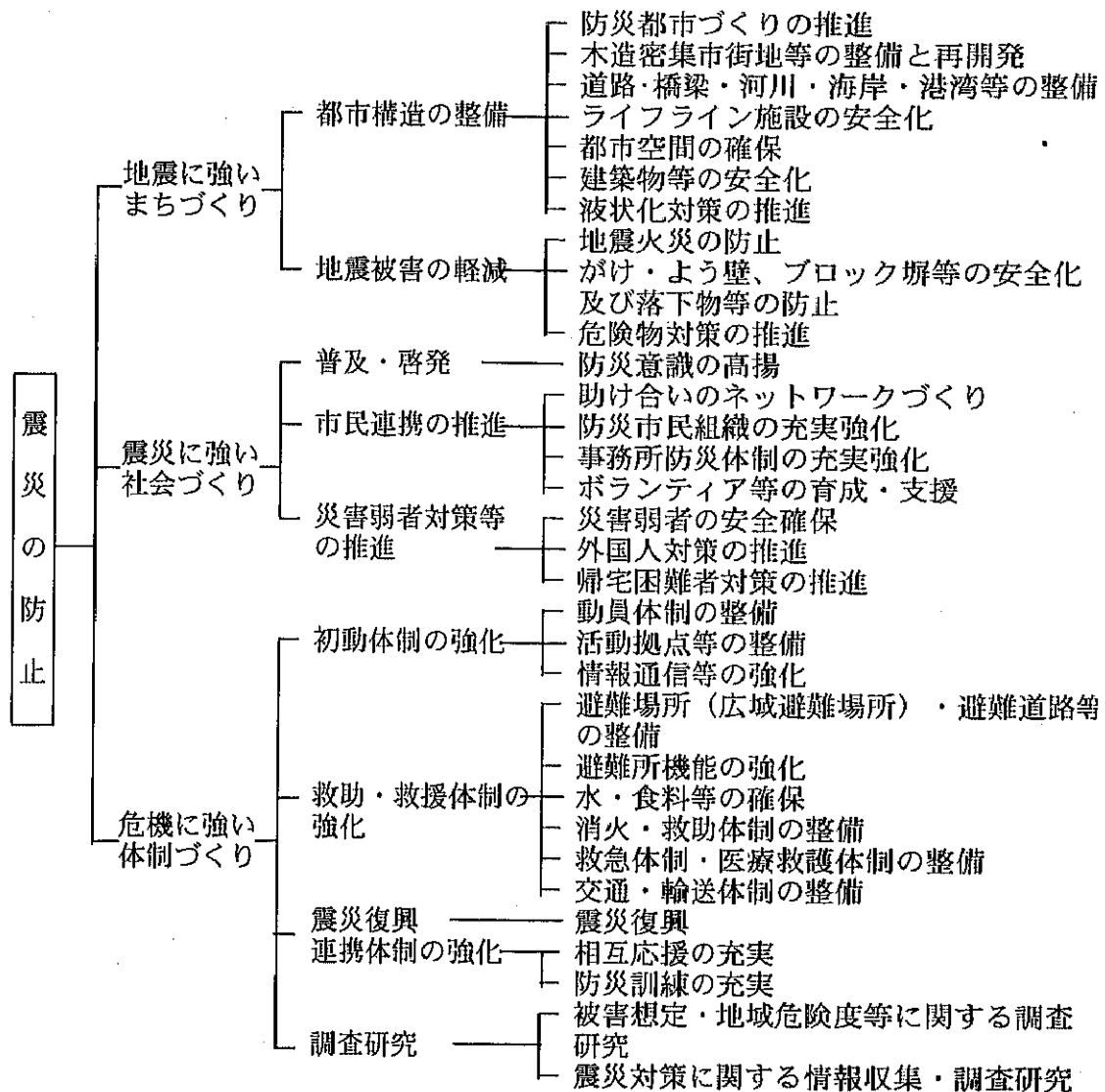


図 4-1 第7次東京都震災予防計画の体系

難圏域を指定している。平成10年3月現在、区部地域には167の避難圏域が指定され、避難場所として、公園、学校、住宅団地、河川敷などの空間172ヶ所（地区内残留地区⁽²⁾5地区を含む）が指定されている。

避難方式は、防災市民組織等を核に一定の地区・事務所単位に集団を形成し、指定避難場所に避難する集団避難方式が有効であり、東京都ではこのような二段階避難方式を基本としている。すなわち、基本的に住民は一時集合場所⁽³⁾に集まり、そこで、地区又は町会（自治会）等の単位ごとに集団を形成した後、区職員・警察

官又は防災市民組織のリーダー等の指示に従って、指定された避難場所に避難することになる。

避難場所への避難は、任意の安全な経路を利用することが原則であるが、避難場所への距離が長い地区又は火災による延焼の危険が高い地域については、避難者が安全かつ円滑に避難できるよう避難道路⁽⁴⁾を指定している⁽⁵⁾。

4.1.2 東京都における防災都市づくり事業

都道府県市区町村では、災害対策基本法に基づいて地域防災計画を策定する。東京都における防災都市づくりは、東京都地域防災計画、東京都震災予防計画、都市防災施設基本計画の三本の柱によって進められてきた。その中で、東京都震災予防計画は、東京都震災予防条例（昭和46年東京都条例第121号）に基づき策定するもので、都が実施する震災の防止と軽減に関する予防的施策を取りまとめた総合的な事業実施計画である。現在は、平成10年度から平成13年度までの4年間を計画期間とする第7次計画が策定され、「地震に強いまちづくり」、「震災に強い社会づくり」、「危機に強い体制づくり」の3つの観点から、図4-1のように施策を体系化している⁽⁶⁾。

4.2 防災事業実施と避難所要時間の変化

4.2.1 主な都市防災関連事業と防災上の効果

防災事業実施による避難所要時間の変化を把握するにあたって、主な都市防災関連事業をまとめた。表4-1は、東京都震災予防計画において、「地震に強いまちづくり」にかかわる事業、すなわち、防災都市づくりのハード中心の震災対策（施設の震災対策）をまとめたものである。それぞれの事業実施によって変化すると思われる地域危険度について○印が付してある。

主な事業内容は、都市空間の整備、都市施設整備、地震被害の軽減に区分され、これらの事業内容を要約すると以下に示すごとくである。

(1) 都市空間の整備

都市空間の整備は、防災都市づくりの推進、木造密集市街地等の整備と再開発、建築物等の耐震不燃化、都市空間確保等の事業に区分される。

防災都市づくりの推進は、不燃空間を整備し、災害に対応するための防災ネットワークを形成する事業であり、木造密集市街地等の整備と再開発事業は、耐災・減災化を前提とする再開発と整備事業、そして、地区計画促進事業を通じて土地利用や建物の耐震不燃化を規制する事業である。

表 4-1 防災都市づくり事業と地域危険度との関連表 16) より作成

防災都市づくりに かかわる施策		主な事業内容	地域危険度			
			建 物	火 災	避 難	
都 市 空 間 の 整 備	防災都市づくりの推進	・木造住宅密集地域整備プログラム ・重点整備地域の整備方針 ・重点地区の整備計画	○	○	○	
	木造密集市街地等の整備と再開発	防災関連市街地再開発事業	建物の不燃中高層化、公園（避難広場）や道路等の公共施設整備	○	○	○
		都市施設整備再開発事業	延焼遮断帯や避難路としても重要な都市計画道路、駅前広場等の都市施設整備		○	○
		都市防災不燃化促進事業	地震火災の延焼防止と避難時の安全性確保のための避難地・避難路周辺の不燃化		○	○
		木造住宅密集地域整備促進事業	老朽住宅等の建替えや公共施設整備	○	○	○
		地区計画促進事業	土地利用の規制や建築物の用途・形態制限及び細街路・小公園等の地区施設配置		○	○
	建築物等の耐震・不燃化	公共建築物等の耐震・不燃化	－震災時において、防災活動の拠点となる公共建築物の耐震診断 －木造、簡易耐火造等都営住宅の建替（中高層耐火構造の住宅に建て替える）	○	○	○
		民間建築物等の耐震・不燃化	－民間建築物の耐震診断・耐震改修 －木造賃貸住宅の不燃化促進	○	○	○
	都市空間確保	市街地のオープンスペース確保	公園、グラウンド、緑地等の他、耐火建物で囲まれた空地等の確保		○	○
	都市施設整備	道路整備	延焼遮断帯や避難路としての機能向上、消火や救援活動困難区域の解消		○	○
都市公園整備		遠距離避難地域の解消、円滑な避難活動及び救援・復旧の活動拠点の確保		○	○	
防災施設整備		避難場所（広域避難場所）・避難道路の見直しや一層の安全化			○	
地震被害の軽減	地震火災の防止	－出火防止（火気使用施設・器具等の安全化、電気器具等からの出火防止、危険物施設等の安全化） －延焼拡大の防止（消防水利の整備）		○	○	
	がけ・擁壁、ブロック塀等の安全化及び落下物等の防止	－急傾斜地の安全化 －がけ・擁壁、ブロック塀等の安全化 －窓ガラス等落下物、屋外広告物に対する安全化指導	○		○ ○	
	危険物対策の推進	高圧ガス・有害物質等の漏洩防止		○		

建物の耐震・不燃化は、公共建築物や民間建築物の耐震診断と耐震改修を推進する事業であり、都市空間の確保は、市街地のオープンスペースを確保する事業である。

(2) 都市施設整備

都市施設の整備は、道路、公園、防災施設を整備する事業である。道路の整備は、幹線道路と生活密着道路を整備し、延焼を遮断するとともに、消火や救援活動が円滑に行われるようにする事業である。公園・防災施設の整備は、避難場所整備を主な目的とする事業である。

(3) 地震被害の軽減

地震被害軽減事業は、地震時に被害の規模を拡大させる要因に対する整備を主な事業内容とする。地震火災防止事業、がけ、擁壁、ブロック塀等の安全化及び落下物等の防止、危険物対策の推進事業などがある。

4.2.2 避難所要時間算定方法の考察

(1) 東京都の算定方法

地震時の避難の困難性を歩行速度の低減とみなすことができれば、避難に要する時間は、避難危険度算定の重要な指標となる。東京都の避難危険度測定では、このような観点から、任意の地区 i から避難場所までの避難の困難性を、①障害物および延焼火災による有効道路面積の低減と歩行速度への影響、②群集の合流混雑による歩行速度低減を考慮した「避難所要時間」で定義し、この避難時間に避難人口を乗じた「延べ避難時間」をランクに区分したものを「地区別避難危険度」としている¹⁹⁾。東京都の避難危険度測定に関連する事項を簡単に記述すると以下のごとくである。

1-1) 避難速度

避難所要時間は、避難場所までのメッシュ上の通過距離を各メッシュ内の避難速度で除したものを累積したものであり、避難速度は次式で与えられる。

$$t_k = d_k / S_k(l)$$

ここに、

t_k : 通過メッシュ k の通過時間

d_k : 通過距離

$S_k(l)$: 避難速度

$$S_k(t) = S_0 \cdot {}_c\gamma_k(t) \cdot {}_{II}\gamma_k(t)$$

ここに、

S_0 : 基準速度

${}_c\gamma_k$: 道路混雑による速度低減率

${}_{II}\gamma_k$: 路面性状（液状化）による速度低減率

基準速度 S_0 は、昼間においては 90m/分、夜間においては 60m/分とし、年齢や性別による速度の違いは考慮していない。避難速度は、メッシュ内の道路混雑程度、路面性状に依存するものとし、道路混雑の程度は、人口、障害物の多寡、延焼の程度により算出される。路面性状については、歩行速度に大きな影響を与え得るものとして液状化による速度低減を考慮し、基礎地盤の状況で決まるものとしている。

1-2) 道路混雑による速度低減率

メッシュ内の有効道路面積 $E_k(t)$ は、下記のとおり定義される。

$$E_k(t) = R_k - (B1_k + B2_k) - B3_k(t)$$

ここに、

R_k : 道路面積

$B1_k$: 障害物（移動系）道路遮蔽面積

$B2_k$: 障害物（固定系）道路遮蔽面積

$B3_k$: 延焼道路遮蔽面積

道路面積 R_k は、東京消防庁の第 5 回市街地状況調査より、軟弱地盤地域においては幅員 7.5m 以上、空地又は耐火建物に沿う道路については幅員 5.5m 以上、これら以外については幅員 6.5m 以上の道路面積となっている（震災時通行可能道路の面積）。有効道路面積 E_k については、道路面積が著しく小さいメッシュにおいては有効道路面積が小さくなり過ぎる可能性があるため（東京区部の 500m メッシュ別では、上記の道路幅員を基準とすると、一部メッシュでの道路率が 0 となっている）、その最小値を $125\text{m}^2 (=500^2 \times 0.05)$ とし、最低 5% は避難道路として使うことができるものとしている。

1-3) 群集密度による速度低減

上記の式より求められた有効道路面積でメッシュ内の避難人口を除し、群集密度を算出する。

$$\rho_k(l) = C_k(l) / (E_k(l)/2)$$

ここに、

$E_k(l)$: 有効道路面積

$C_k(l)$: 避難人口、

k : 通過メッシュ番号

有効道路面積の 1/2 は避難の方向性を考慮したためであり、避難人口は昼間人口、夜間人口を町丁目から 500mメッシュに面積配分変換して用いる。速度低減率 $\gamma_k(l)$ は群集密度の関数で与えられ、人口密度が 0 から 1.5 人/m² までは速度低減がないものとする。

1-4) 延焼による遮蔽面積

出火については、東京消防庁による地域別出火危険度を出火ポテンシャルと考える。延焼による遮蔽面積は、道路面積から移動系及び固定系の障害物による遮蔽面積を除いたものに、各メッシュの時刻別延焼面積率を乗ずることによって求める。

1-5) 路面性状による速度低減率

路面性状の影響として液状化による速度低減を考慮し、平成 6 年度実施の基礎地盤に関する調査結果に基づき、基礎地盤に対応した液状化判定を指標とする。

(2) 東京都方法の修正

ここまでは、広域避難計画における地区別避難危険度測定について、東京都の「地震に関する地域危険度測定調査」の避難危険度測定方法を考察した。第 4 回（平成 10 年 3 月公表）の地域危険度測定調査では、最終結果を町丁目単位で表示することを基本としているため、避難危険度の測定は、メッシュ単位で測定した結果を面積配分法により町丁目単位の値へ変換している。

しかし、1つのメッシュに複数の町丁目があり、かつ複数の避難場所が指定されていると、「メッシュ内にある最大面積の町丁目に指定されている広域避難場所へ避難する」という算定方式の条件によって、広域避難計画に基づいて定められた広域避難場所以外へ避難することになり、指定外の避難場所への避難所要時間を算定してしまう町丁目がある等の問題点が指摘されている。そこで、筑波大学都市防災研究室では、メッシュから町丁目単位の変換過程を経ることなく、避難所要時間を算出する町丁目算定方式の「避難所要時間算定モデル」を開発した¹⁴⁾。

この研究では、避難経路の設定をメッシュの位置関係による 5 パターンではなく、東京都によって指定された避難道路と幅員 11m 以上の道路を実際の道路として表

現することにより、実際の道路網をできる限り活かすように試みた。しかし、避難経路を各一時集合場所から広域避難場所入り口まで一本で結ばれるツリー構造と設定するため、一時集合場所が避難道路・都市計画道路に隣接していない場合は仮想の道路を作成しなければならない。東京都による「メッシュ算定方式」と都市防災研究室の「町丁目算定方式」を比較しまとめたものを表4-2に示す。

表4-2 避難危険度算定における「メッシュ算定方式」と「町丁目算定方式」の比較

	メッシュ算定方式	町丁目算定方式
1. 道路面積 (震災時通行可能な道路面積)	・第5回市街地状況調査より、幅員6.5m以上の道路の面積とするが(ただし、軟弱地盤地域では幅員7.5m以上、沿道に空地又は耐火建物がある場合は5.5m以上)、有効道路面積の最小値を $125\text{m}^2 (=500^2 \times 0.05)$ と設定し、最低5%は避難道路として使うことができるものとする。	・対象リンクの道路幅員に「幅員増加分」を考慮する。 ・幅員増加分：幅員6.5m未満の道路が各町丁目において5%が存在すると仮定し、そのうち対象リンクの両側100m以内の道路を幅員増加分とする。
2. 有効道路面積	・道路面積から移動系および固定系の障害物による遮蔽面積と、延焼道路遮蔽面積を除いた面積とする。	
3. 避難人口	・メッシュ内の避難人口(昼間・夜間)	・一時集合場所毎の人口(昼間・夜間)
4. 道路混雑による速度低減率	・群集密度=避難人口/(有効道路面積/2) ・速度低減率は群集密度の関数により設定する。 ・人口密度が0から1.5人/m ² までは、速度低減はないものとする。	
5. 障害物道路遮蔽面積	・移動系：放置自転車やバイク(1m ² /台)、自動車(10m ² /台) ・固定系：木造建物；建物倒壊危険度のランクをベースとして設定倒壊率を採用する。木造建物1棟当たりの倒壊による遮蔽面積原単位は20m ² 、ブロック塀(倒壊による遮蔽面積原単位；1m ²)、電柱等(転倒時；35m ² 、非転倒時；0.25m ²)、電話ボックス(0.7m ²)、自動販売機(2m ²)、看板(5m ²)	
6. 路面性状(液状化による速度低減率)	・液状化による速度低減ウェイト 0.65：広範に液状化が発生する可能性が大きい 0.85：一部の地域で液状化が発生する可能性がある 1.00：ほとんど液状化は発生しない	
7. 延焼による道路遮蔽面積	・道路面積から移動系および固定系の障害物による遮蔽面積を除いたものに、各メッシュの延焼面積率を乗じて算定する。	・火災延焼モジュールとして「消防活動情報管理システム(Fire Information Management System; FIMaS)を利用する ¹⁷⁾ 。
8. 避難速度	・基準速度：90m/分(昼間)、60m/分(夜間) ・避難速度=基準速度×道路混雑による速度低減率×路面性状(液状化)による速度低減率	
9. 避難所要時間	・メッシュ通過時間=通過距離/避難速度 ・避難所要時間：避難場所までのメッシュ上の通過距離を各メッシュ内の避難速度で除したものを累積したものである。	・避難所要時間：一時集合場所毎の避難所要時間
10. 避難危険量	・(延べ避難時間)=(避難時間)×(避難人口) ・(昼夜平均危険量)=14/24×(夜間危険量)+10/24×(昼間危険量)	
11. 避難危険度	・第1章の表1-2によっている。	

4.2.3 防災事業実施と避難所要時間の変化

避難危険度は、その測定過程で建物倒壊や火災危険度の測定結果を踏まえている。また、避難危険度の測定指標となる避難所要時間に影響を与える要素を、都市環境的側面から見ると、

- ①人口規模を決定する建物の利用形態
- ②被害の規模を拡大させたり、避難行動を難しくする建物の物理的状態
- ③幅員や各種障害物の存在有無のような道路状況

に大きく依存している。

さらに、このような要素は、都市を開発したり、必要に応じて再開発する際の主要対象となり、ある地域の避難所要時間は、都市計画事業によってある程度の改善が可能となる。すなわち、ある地域の避難所要時間は、「避難場所までの距離・避難人口」と「避難時通過可能な道路面積」によって変わってくるものであるが、遠距離避難や避難住民の集中による道路混雑については、避難場所の新設や整備によって改善ができ、避難時通過可能な道路の面積は、道路の新設及び拡張事業に加え、地震時の道路遮蔽面積を減少させることによってその短縮が可能となる。

防災事業実施による避難危険度の変化を図にまとめると図 4-2 のように示すことができる。

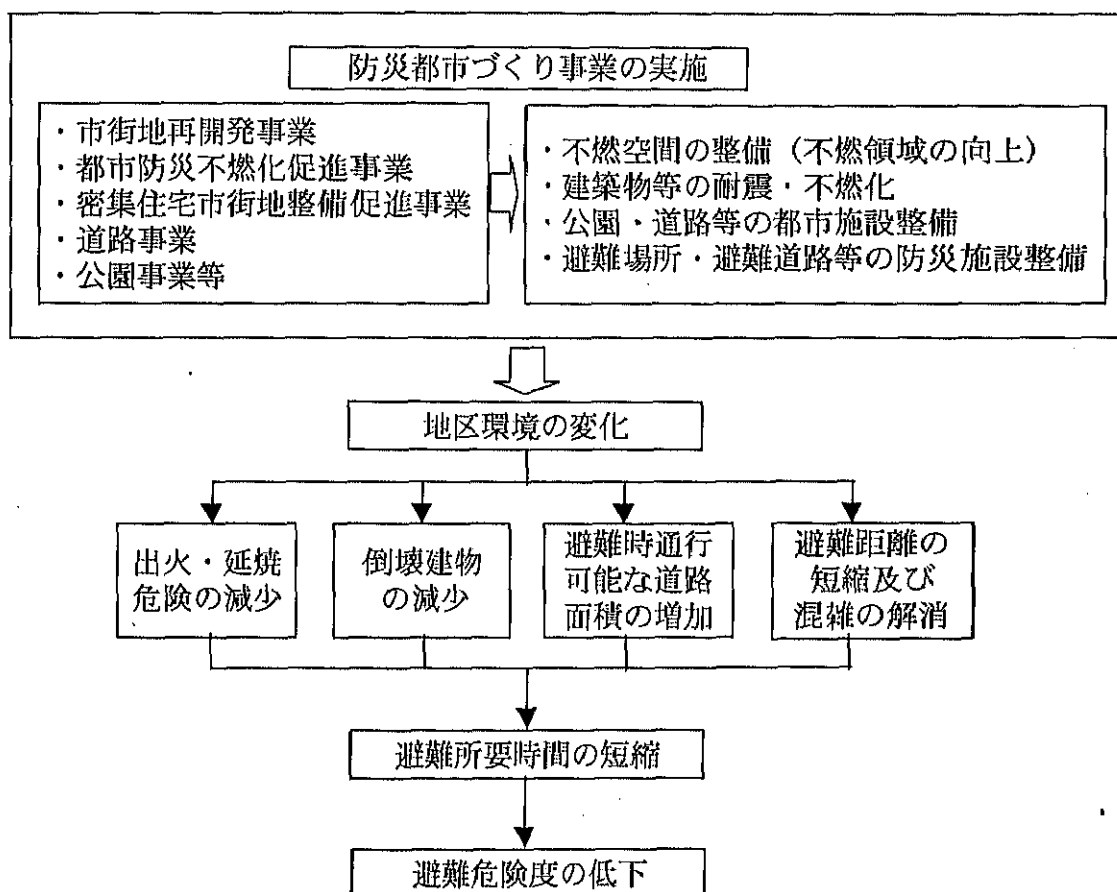


図 4-2 避難危険度変化の理論的な因果関係

4. 3 防災事業実施による避難所要時間変化測定事例研究

4.3.1 事例研究対象地域の概要

事例研究対象地域として選定した地区は、東京都震災予防条例に基づき指定された167の避難圏域（平成10年3月現在）のうち、「光が丘団地・光が丘公園一帯（避難場所番号102）」と「豊島園（避難場所番号148）」を避難場所としている避難圏域である。

東京都の練馬区と板橋区の一部を含む研究対象地域の面積は、「光が丘団地・光が丘公園一帯（2,105.9ha）」と「豊島園（407.7ha）」を合わせて約2,514haである。

自然環境は、比較的良好な地盤条件で大部分の地域が台地と分類され、液状化はほとんど発生しないと評価されている。土地利用比率は住宅が約50%であり、宅地利用比率は住宅用地が最も高く約70%を占めている。

表 4-3 事例研究対象地域の現況

		対象地区	練馬区	板橋区
面積		2,513.7ha	4,818.6ha	3,211.2ha
人口	昼間人口 ⁽⁶⁾	245,414		
	夜間人口	347,566		
建物	建物総棟数 ⁽⁶⁾	71,016	133,315	94,034
	木造棟数（木造率）	17,956（18.9）	35,863（20.9）	17,929（12.9）
	防火造棟数（防火造率 ⁽⁷⁾ ）	45,251（52.6）	82,854（52.5）	64,446（54.6）
	耐火造棟数（耐火造率）	7,809（28.5）	14,598（26.6）	11,659（32.5）
建ぺい率 ⁽⁸⁾		31.7	30.1	35.4
公園・運動場等の面積		127.2ha	244.7ha	228.1ha
空地率 ⁽⁹⁾		12.5	18.6	15.8
道路面積（道路率）		—	808.7ha（16.8）	601.3ha（18.7）
地震時通行可能道路面積 ⁽¹⁰⁾ （地震時通行可能道路率）		138.8ha（5.5）	216.6ha（4.5）	264.9ha（7.4）

4.3.2 防災事業の計画と施行規模

防災事業実施による避難所要時間変化の測定にあたって、事業の計画と施行規模は、「東京都震災予防計画」を参考とした。

東京都震災予防計画は、基本計画と実施計画によって構成され、実施計画の場合、概ね5年から10年を計画の期間としている。しかし、事業推進の目標については年度別に多少の差があり、ここでは、「東京都震災予防計画」における約10年間（平成5～13年度）の実施計画を基準に、単年度における事業規模を推計した。関連事業の3年間における実施計画の規模は表4-4の通りである。

表 4-4 東京都震災予防計画実施計画規模 (16), (18), (19) より作成

	平成 7～9 年度 (第 6 次)		平成 10～12 年度 (第 7 次)	
防災関連 市街地再開 発事業	事業 目標	公園 8.7km 街路 6.4ha 施設建築物 21.9ha	事業 目標	公園・緑地 18.9ha 街路 9.6km
	事業費	153,343 (百万円)	事業費	66,052 (百万円)
都市施設 整備再開発 事業	事業 目標	施設建築物 5.3ha	事業 目標	街路 0.2km
	事業費	67,627 (百万円)	事業費	49,647 (百万円)
都市防災 不燃化促進 事業	事業 目標	不燃化促進区域面積 1,174.5ha	事業 目標	不燃化促進区域面積 2,660 ha 助成棟数 1,023 棟
	事業費	1,150 (百万円)	事業費	1,103 (百万円)
木造住宅 密集地域整 備促進事業	事業 目標	建替戸数 4,600 戸	事業 目標	建替戸数 6,000 戸
	事業費	15,666 (百万円)	事業費	5,947 (百万円)
建築物等の 耐震・不燃化	事業 目標	建替戸数 12,000 戸	事業 目標	建替戸数 10,920 戸
	事業費	299,166 (百万円)	事業費	226,116 (百万円)
道路の整備	事業 目標	幹線道路整備 9.8km 生活密着道路整備 10km 延焼遮蔽帯 15.4km 避難道路 4.2km	事業 目標	幹線道路の整備 10.3km 生活密着道路の整備 9km 延焼遮蔽帯 22.1km
	事業費	815,578 (百万円)	事業費	477,381 (百万円)
都市公園の 整備	事業 目標	都市公園の整備 145.3ha 市街地公園 54.9ha 丘陵地公園 90.4ha	事業 目標	開園面積 119.1ha
	事業費	145,922 (百万円)	事業費	100,953 (百万円)

ここで、対象とする事業内容は、以下の 4 つとした。

- i) 建物の耐震・不燃化
- ii) 道路整備
- iii) 公園緑地造成
- iv) 避難場所新設

防災事業の実施効果は、これらの 4 つの事業を実施した場合の避難所要時間の変化として定量的に把握する。事業の推進には予算という制約条件があるが、事業実施における費用とは、地価や補償など地域の状況によって差があり、年間事業実施規模の上限を設定し、それによる研究対象地域の将来変化を想定する。

(1) 建物の耐震・不燃化

建物不燃化事業は、「都市防災不燃化促進事業」、「木造住宅密集地域整備促進事業」とも関連しているが、研究対象地域は「防災都市づくり推進計画」における「重

点整備地域の整備方針」及び「重点地区の整備計画」の対象地域外となっている。したがって、東京都震災予防計画の実施計画における「建築物等の耐震・不燃化」事業を主な事業内容とする。

表 4-4 によれば、年間の建替予定戸数は約 4 千戸である。研究対象地域の建物棟数が区部地域建物全棟数の約 4.3% を占めることを勘案すると、事業実施の上限は約 150 戸となり、建替予定棟数は、木構造で昭和 45 年以前に建てられた専用住宅、併用住宅 500 棟を目標とする。また、

- ・研究対象地域の土地利用比率は、宅地が 58.4% となっており、そのうち 73.0% が住宅として利用されている
- ・独立住宅の構成比は集合住宅の約 2.3 倍である
- ・地区内容積率⁽¹¹⁾ (ネット) は 91.4% であり、建物の平均階数は 2 階である (平成 8 年現在)

こと等を考慮し、建て替える建物は 1 ~ 5 階の耐火構造とする。

(2) 道路整備

平成 10 年 3 月現在、「東京都都市計画道路事業現況」によれば、研究対象地域の都市計画道路は整備が完了しており、「避難場所の指定及び避難道路の一部指定変更 (平成 9 年改正)」によって「光が丘団地・光が丘公園一帯」における避難道路が 8.2km 延長されている。

東京消防庁で概ね 5 年毎に実施している「東京都の市街地状況調査」によると、区部地域の道路率 (市街地面積に対して震災時通行可能道路の面積が占める割合) は 5 年間平均的に 0.2 ポイント上昇し、都心部以外では 0.3~0.4% の増加趨勢にあるが、練馬区の場合はあまり変化が見られない²⁰⁾。

しかし、道路の新設に加え、地区内の細道路 (幅員 6.5m 以下の道路) を震災時通行可能な道路に拡張整備すると道路率は上がることになり、事業実施は、道路率の 0.3 ポイント上昇を目標とする。

(3) 公園緑地造成

火災の延焼拡大を防止するためには、建物の不燃化だけでなく、防火性の向上に役立つ道路や公園などの不燃空間の整備が重要である。不燃領域率⁽¹²⁾ とは、市街地の燃えにくさを表す指標で、この数値が 40% 以上になると、市街地の焼失率は急激に低下し、70% 以上に達すると市街地はほとんど延焼しなくなる。

平成 10 年度 4 月現在、東京都の都市公園等 (都立公園・市区町村立公園) の 1 人当たりの面積は 5.3m²/人 (区部地域は 4.5m²/人) であり、研究対象地域内住民 1 人当たりの公園面積は 3.7m² である。研究対象地域の住民 1 人当たりの公園面積を 5m²/人にすると、公園緑地造成に必要な開発面積は約 50ha となる。

(4) 避難場所の新設

避難場所の全体計画は、避難場所計画（総面積、有効面積、避難計画人口）と避難場所地区割当計画（指定避難場所に対する地区割当及び避難計画人口）を主な内容としており、この計画については、市街地状況の変化及び人口の増減等を勘案し、おおむね5年ごとに全体計画の見直し調査を行っている。

第5回見直し調査（平成10～14年度）によると、研究対象地域には避難場所の新規候補地として、中野区上鷲宮二丁目「都立武蔵丘高校一帯（5.7ha）」があげられている。したがって、防災施設整備効果に関してはこの避難場所（図4-3における⑤）の新設による避難所要時間の変化を測定する。

避難場所計画では収容人員に対し、避難場所有効面積⁽¹³⁾として1人当たり1m²を確保できることを原則としており、東京都地域防災計画（平成10年）における1人当たり避難場所有効面積⁽¹⁴⁾は2.7m²である。したがって、本研究では、新規避難場所の収容人員に対して、1人当たり避難場所面積を約1m²とし、避難場所有効面積3haにおける避難計画人口を3万人とした。

地区の割り当てについては、新規避難場所の周辺地域と飛び地⁽¹⁵⁾を優先して再編成し、その結果を表4-5および図4-3に示す。

表4-5 新規避難場所の地区割当

		昼間人口	夜間人口	
既定 の 避 難 場 所	光が丘団地・ 光が丘公園一帯 (No.102)	中野区鷲宮6丁目	1,009	2,797
		中野区鷲宮5丁目	5,836	7,518
		中野区上鷲宮4・5丁目		
	豊島園 (No.148)	中野区上鷲宮1・2・3丁目	4,814	6,306
		中村1・2・3丁目	4,618	7,816
	中村南1・2・3丁目	4,461	7,342	
避難計画人口		約3万人	20,738	31,779
避難場所面積		5.7 ha	-	-
避難場所有効面積		3 ha	-	-
一人当たり避難場所面積		約1m ²	1.5m ²	0.9m ²

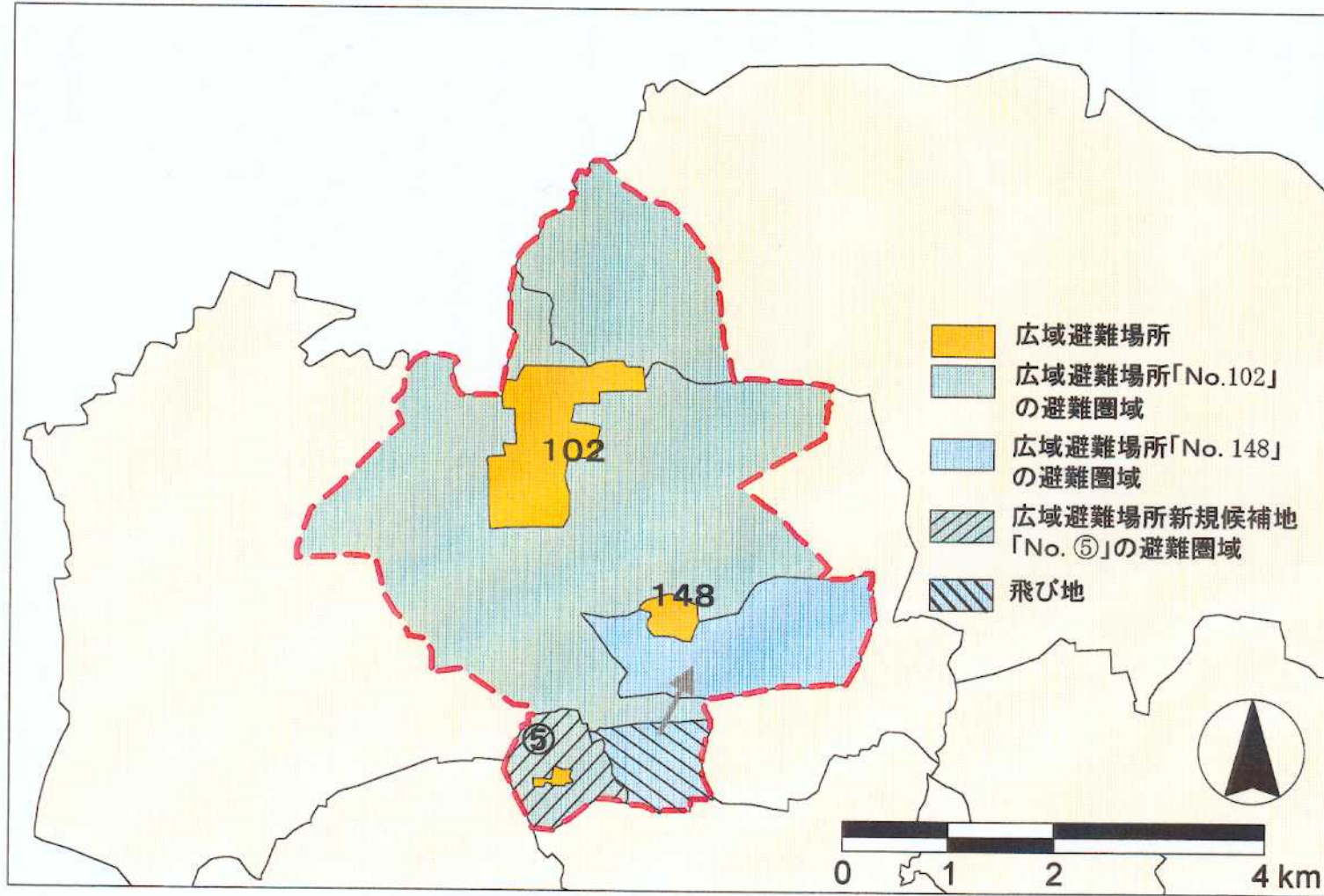


図 4-3 事例研究対象地域内広域避難場所及び避難圏域

以上で述べた「建物の不燃化」、「道路整備」、「公園緑地造成」、「避難場所新設」という4つの防災事業の計画と施行規模をまとめて表4-6に示す。

表4-6 事業目標の設定

区分	事業目標（計画期間：5年）	
建築物の建替え	500棟	昭和45年以前に建てられた木造・防火造建物500棟（100棟×5年）を1～5F耐火構造に建て替える。
道路整備	道路率の0.3ポイント上昇	現在の5.5%（138.8ha）から5.8%（145.8ha）に上昇。整備面積は7haとなる。
公園緑地造成	住民一人当たりの面積1m ² 増加	現在の1人当たりの3.7m ² より4.7m ² に増加。開発に必要な面積を36haとする。（163.4-127.2=36.2）
避難場所新設	一ヶ所増設	現在の2ヶ所が3ヶ所となる。

*地震時通行可能道路率（幅員6.5m以上）

4.3.3 防災事業実施による避難所要時間変化の測定

(1) 防災事業実施による地区環境変化

表4-6に示した事業目標に従って防災事業を実施した場合、研究対象地域における地区環境は以下のように変化するものと仮定する。

i) 建物の耐震・不燃化

本研究では、「避難所要時間算定モデル」を用いて、防災事業の実施効果を測定する。「避難所要時間算定モデル」に対して建物の耐震・不燃化が及ぼす影響は、倒壊した木造建物による道路遮蔽面積の減少と、出火・延焼危険度の低減である。

しかし、避難所要時間の変化は、特定の場所の変化に限るものではなく、避難経路上にあるすべての地区の市街地状況の変化によるものであり、それぞれの事業実施とも研究対象地域の全地域を対象とする。

建物の耐震・不燃化については、事例研究対象地域内113町丁目を対象として、木造建物170棟、防火造建物330棟を耐火造建物に建て替えることにした。これによる地区環境の変化は、木造率が0.2%、防火造率が0.4%低下し、耐火造率が0.6～0.7%上昇することになる。

ii) 道路整備

道路の新設及び拡張について、地震時通行可能道路率（幅員6.5m以上）の0.3ポイント上昇を目標とすると、現在の5.5%（138.8ha）から5.8%（145.8ha）に上昇し、整備面積は7haとなる。

事業実施にあたっては、避難経路上にあるすべての町丁目を対象とするが、地区ごとの道路状況を考慮して整備面積を割り当てる。対象地区における地震時通行可能道路率の平均値は 5.5% であり、これを基準値として町丁目別整備面積を以下のように割り当てる。

表 4-7 道路整備面積の町丁目別割当

幅員 6.5m 以上道路率	圏域 No. 102	圏域 No. 148	町丁目当たりの整備面積	総整備面積
圏域平均	5.76	4.3	-	-
0~3% にある町丁目数	34	9	1,000m ²	4.3ha
3~5% にある町丁目数	17	4	700m ²	1.5ha
5~10% にある町丁目数	24	7	300m ²	1ha
10~20% にある町丁目数	17	1	100m ²	0.2ha
合計	92	21	-	7ha

iii) 公園緑地造成

公園緑地造成事業は、住民 1 人当たりの面積 1 m² 増加を目標とすると、開発に必要な面積は約 35ha となる。

公園緑地の造成は、空地率 30% 以上の 6 町丁目を除いた 107 町丁目を対象とし、以下のように設定した。公園整備による空地率の上昇は、延焼拡大の防止に影響を与えると考えられる。

表 4-8 公園整備面積の町丁目別割当

空地率	圏域 No. 102	圏域 No. 148	町丁目当たりの整備面積	総整備面積
圏域平均	16.5	8.5	-	-
0~10% にある町丁目数	28	12	5,000m ²	20ha
10~20% にある町丁目数	37	7	2,000m ²	8.8ha
20~30% にある町丁目数	21	2	1,000m ²	2.3ha
30% 以上の町丁目数	6	-	-	-
合計	92	21	-	31ha

iv) 避難場所の新設

広域避難計画の第 5 回見直し調査（平成 10~14 年度）による検討対象である中野区上鷲宮二丁目「都立武蔵丘高校一帯（5.7ha）」が避難場所として新設された場合を仮定する。

新設避難場所に避難する町丁目は、基本的には飛び地を含めた周辺地域とし、

「光が丘団地・光が丘公園一帯」に存在する一時集合場所3ヶ所と「豊島園」に属する一時集合場所2ヶ所が該当する。避難場所指定の考え方は、1人当たり1m²を確保することを原則とするが、これは最低基準ではなく場合によっては0.7m²/人の地域もあり、表4-9のように町丁目別避難人口を割り当てた。

表4-9 町丁目別避難人口の割当

一時集合場所	昼間人口	夜間人口	
中野区鷺宮6丁目 (No.1)	1,009	2,797	光が丘団地・ 光が丘公園一帯 (No.102)
中野区鷺宮5丁目	5,836	7,518	
中野区上鷺宮4・5丁目 (No.2)			
中野区上鷺宮1・2・3丁目 (No.3)	4,814	6,306	豊島園 (No.148)
中村1・2・3丁目 (No.2)	4,618	7,816	
中村南1・2・3丁目 (No.3)	4,461	7,342	
避難計画人口	20,738	31,779	
一人当たり避難場所面積	1.5m ²	0.9m ²	

(2) 事業実施による避難所要時間変化測定

「光が丘団地・光が丘公園一帯 (No.102)」を避難場所とする避難圏域に属する55ヶ所の一時集合場所と、「豊島園 (No.148)」を避難場所とする避難圏域に属する8ヶ所の一時集合場所に対して、上記の防災事業を実施した場合、それぞれの事業実施による避難時間の変化を表4-10と表4-11に示す。

避難時間の変化を防災事業の内容別に見ると、避難時間の変化が顕著な事業は避難場所の新設である。とくに新設避難場所に避難する町丁目、すなわち、研究対象地域内における計63ヶ所の一時集合場所の位置を示した図4-4の一時集合場所番号：1, 2, 3, ②, ③では避難時間の短縮が著しい。

道路の拡充は、広域避難場所から遠く離れた一時集合場所においてその効果が大きい。図4-4によると、避難場所No.102に属する一時集合場所：33, 43, 53番と、避難場所No.148に属する一時集合場所⑤, ⑧番である。

一方、建物の耐震・不燃化や公園緑地造成による避難所要時間の変化は見られない。この点に関しては、本研究で用いたモデルは、避難所要時間の算定において、避難距離の影響が圧倒的に大きいため、建物倒壊および延焼火災の低減による有効道路面積の変化が避難時間変化に及ぼす影響が明示的に把握されなかったと結論付けられる。

表 4-10 防災事業実施による避難時間の変化（昼）

避難 圏域	一時集 合場所	町丁目名	避難時間変化(分)				
			事業 実施前	建物の 不燃化	道路 整備	公園緑 地造成	避難場 所新設
光が丘 団地・ 光が丘 公園 一帯	1	中野区鷺宮6丁目	74	74	73	74	6
	2	中野区鷺宮5丁目					
		中野区上鷺宮4・5丁目	76	76	74	76	5
	3	中野区上鷺宮1・2・3丁目	65	65	65	65	5
	33	練馬区北町4・5・6・7丁目	50	50	43	50	50
	43	練馬区中村北1・2・3・4丁目	96	96	72	96	96
豊島園	②	中村1・2・3丁目	18	18	17	18	26
	③	中村南1・2・3丁目	23	23	22	23	22
	⑤	練馬1・2・4丁目	43	43	36	43	43
	⑧	桜台4・5・6丁目	43	43	36	43	43

表 4-11 防災事業実施による避難時間の変化（夜）

避難 圏域	一時集 合場所	町丁目名	避難時間変化(分)				
			事業 実施前	建物の 不燃化	道路 整備	公園緑 地造成	避難場 所新設
光が丘 団地・ 光が丘 公園 一帯	1	中野区鷺宮6丁目	111	111	103	111	11
	2	中野区鷺宮5丁目					
		中野区上鷺宮4・5丁目	132	132	119	132	9
	3	中野区上鷺宮1・2・3丁目	105	105	96	105	9
	33	練馬区北町4・5・6・7丁目	119	119	74	119	119
	43	練馬区中村北1・2・3・4丁目	116	116	102	116	116
	53	練馬区高野台4・5丁目 練馬区谷原2・5丁目	34	34	28	34	34
豊島園	②	中村1・2・3丁目	79	79	71	79	40
	③	中村南1・2・3丁目	47	47	43	47	35
	⑤	練馬1・2・4丁目	66	66	62	66	66

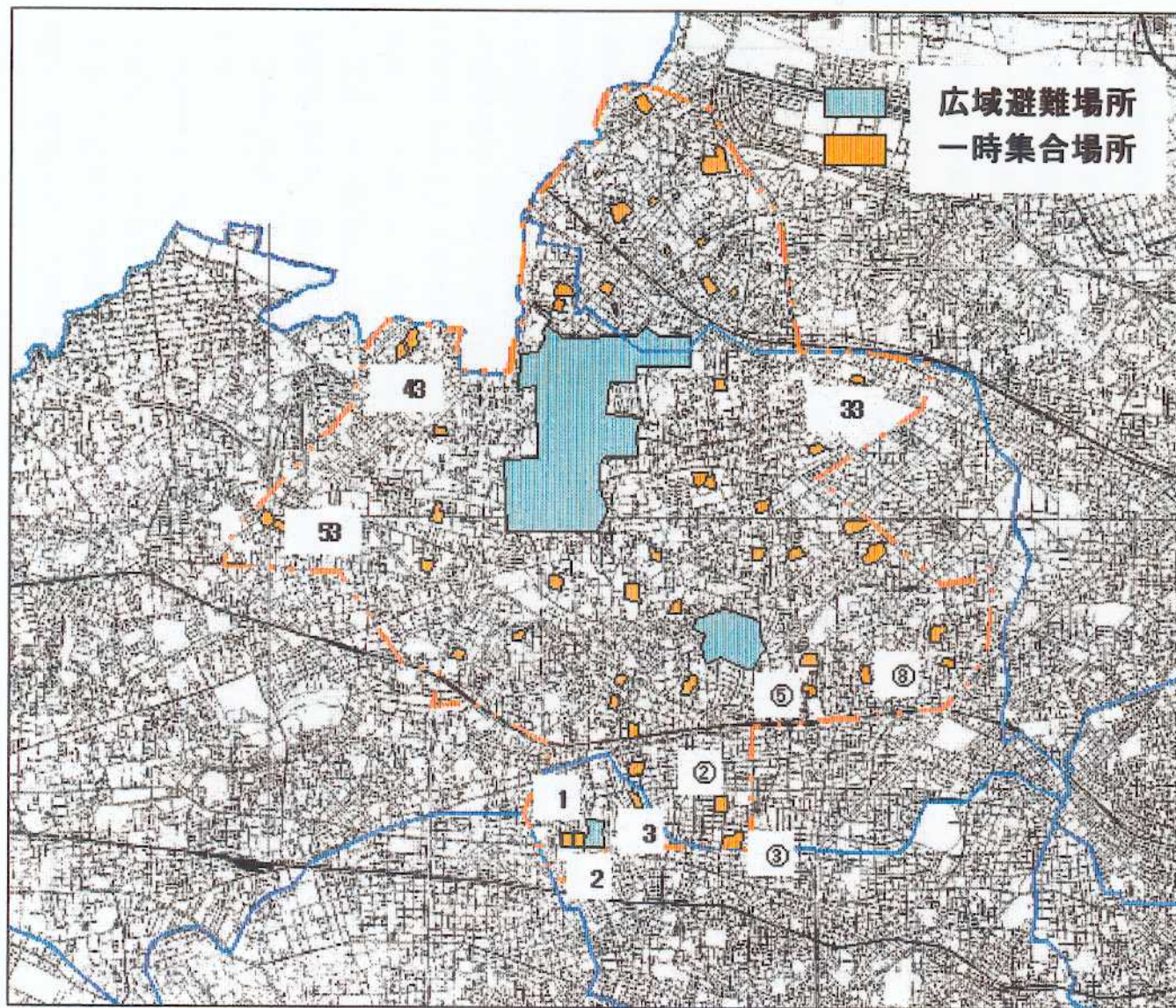


図 4-4 避難場所の位置

4. 4 本章のまとめ

第2章では、東京都地域危険度測定調査で使用される要因を用いて東京都の地域類型を区分した。地域の類型は、「木造住宅や共同住宅が多く、常住人口密度の高い住居地域」と「昼間人口や商業の集積が大きい商業及び業務地域」に区分された。

地域類型別特性から見ると、住居地域では、一般住家での火気使用が多く地震時出火の危険性が高い。さらに、木造建物が広範囲に広がっているため、地震火災が拡大する危険性も高い。したがって、広域避難計画が防災計画の重要な課題となり、本章では、東京都地域危険度測定調査における「避難危険度」について、防災事業の実施による避難所要時間の変化を分析した。

避難危険度の測定は、住民が指定避難場所まで避難する時に要する時間を測定指標としている。避難所要時間は「避難場所までの距離及び避難人口」と「避難時通過可能な道路面積」に大きく依存している。しかし、遠距離避難や避難住民の集中による道路混雑については、避難場所の新設によって改善ができ、避難時通過可能な道路面積は、道路拡張事業に加え、地震時の道路遮蔽面積を減少させることによって避難時間の短縮が可能となる。

したがって、本研究では、主な都市防災関連事業のうち「建物の耐震・不燃化」、「道路整備」、「公園緑地造成」、「避難場所新設」の4つの事業を取り上げ、「避難所要時間算定モデル」を用いて、それぞれの事業を実施した場合の避難所要時間の変化を測定した。分析にあたっては、東京都震災予防条例に基づき指定された172ヶ所の避難場所（平成10年3月現在）のうち、「光が丘団地・光が丘公園一帯（避難場所番号102）」と「豊島園（避難場所番号148）」の地区割り当て地域を事例研究対象地域として選定し、防災事業実施による避難時間の変化を測定している。その結果、避難時間の短縮に一番効果的な事業は避難場所の新設であり、道路の拡充は、広域避難場所から遠く離れた一時集合場所においてその効果が顕著であった。しかし、建物の耐震・不燃化や公園緑地造成による避難所要時間の変化は明示的に把握されなかった。この点に関しては、本研究で用いた避難所要時間算定モデルは、

①障害物及び延焼火災による有効道路面積の低減と歩行速度への影響

②群集の合流混雑による歩行速度低減

を考慮した避難時間を測定指標としているが、避難所要時間の算定において、建物倒壊及び延焼火災の低減による地震時通行可能な道路面積の変化が避難時間に及ぼす影響はそれほど大きくないことが理由として考えられる。

<補注>

- (1) 避難場所（広域避難場所）：大地震時に発生する延焼火災やその他の危険から避難者の生命を保護するために必要な面積を有する大規模公園・緑地等のオープンスペースをいう。
- (2) 地区内残留地区：避難場所と同程度の安全性を有するため、避難する必要のない地区
- (3) 一時（いっとき）集合場所：避難場所へ避難する前に、近隣の避難者が一時的に集合して様子を見る場所又は避難者が避難のために一時的に集団を形成する場所で、集合した人々の安全が確保されるスペースを有する学校のグラウンド、神社・仏閣の境内等をいう。
- (4) 避難道路：避難場所へ通じる道路であって、避難圏域内の住民を当該避難場所に迅速かつ安全に避難させるため、あらかじめ指定した道路をいう。
- (5) 昼間人口＝当該地域の常住人口－流出口人口＋流入人口
- (6) 建物総棟数：構造別建物棟数の合計
- (7) 防火造率：防火造及び簡易耐火造建物の建築面積が全建築面積にしめる割合
- (8) 建べい率：大規模空地及び地震時通行可能道路を除外した地域面積で建築物の建築面積の合計を除いて得た数を百分率で表したもの。
- (9) 空地率：市街地面積に対する大規模空地の面積の占める割合
- (10) 地震時通行可能道路：幅員 6.5m以上の道路（地盤軟弱地域では 7.5m以上、空地・耐火造建築物等に面した道路は 5.5m以上）
- (11) 地区内容積率（ネット）：宅地面積に対する建物の延べ面積の割合
- (12) 不燃領域率＝空地率＋（1－空地率）× 不燃化率
- (13) 避難場所有効面積：避難場所の指定に当たっては、周辺市街地大火による輻射熱（2,050Kcal/m²h）から安全な有効面積を確保することを考慮し、有効面積は、避難場所内の建物、道路、池などを除き、利用可能な避難空間とし、1人当たり 1m²確保することを原則とする。
- (14) 1人当たり避難場所面積＝避難場所有効面積／（避難計画人口－地区内残留地区人口）
*避難計画人口は、各避難場所の割当地区ごとに、昼・夜間人口を比較し、大きい数値をとり設定する。
- (15) 飛び地：同一の避難圏域が離れた地域に存在する地域であり、練馬区の飛び地は、武蔵野市に存在する避難場所へ避難経路が設定されている。