

早稲田大学キャンパスとその周辺地域の防災計画に関する研究

準会員○松沼 宏樹*1 正会員 柳澤 聡子*3
正会員 佐藤 洋行*2 同 高橋 信之*4
同 山田 和義*2 同 尾島 俊雄*5

早大キャンパス周辺地域 被害想定 防災拠点

1. 研究目的

東京都の都市部においては、直下型地震等の広域災害時を想定した防災拠点の整備が重要な課題である。都立戸山公園を中心とした早稲田大学キャンパスとその周辺地域は（以下、早大キャンパス周辺地域）、東京都の広域避難場所として指定されているが、災害時を想定した特別な対策はなされていない。早大キャンパス周辺地域は、早稲田大学のキャンパス等既存の施設と連携することで都市型の防災拠点として有効に機能させることが可能であると考えられる。

本論文では、新宿区における直下型地震が発生した場合の被害想定を行うことによって早大キャンパス周辺地域の防災性能を評価し、現状の問題点を考察する。その結果をふまえ、早大キャンパス周辺地域の今後の防災拠点としての在り方を提案する。

2. 新宿区における直下型地震発生時の被害想定

2-1 想定の前提条件

本研究の想定では、新宿区が阪神・淡路大震災における神戸市中央区と同じ被害を受けると仮定した場合の想定である。また、災害時刻の設定は、新宿区で人口が最高となる15時とする。

2-2 各項目ごとの被害想定

2-2-1 建物被害想定

阪神・淡路大震災における神戸市中央区の構造別建築年次別建物被害発生率（表1）を、新宿区の建物状況（構造別建築年次別建物棟数・延べ床面積）にあてはめることにより、新宿区における被災度別建物棟数・延べ床面積を想定した。さらにその結果と15時屋内人口を用いて6段階の被災度別建物屋内人口を町丁目別に想定した。想定概要（図1）と結果（表2）を以下に示す。新宿区全体で倒壊又は崩壊棟数は6,091棟となった。

表1 構造別建築年次別建物被害発生率（神戸市中央区）

	木造		非木造	
	昭和56年以前	昭和57年以降	昭和56年以前	昭和57年以降
倒壊または崩壊	77	19	1	8
大破	81	20	0	12
中破	101	25	2	15.33
小破	65	16	2	15.33
軽微の被害	59	14	2	15.33
無被害	25	6	6	46
総計	408	100	13	100

2-2-2 避難人口想定

災害発生直後と当日の晩の2通りの時間別に分け、さらに避難状況の違いを考慮し、15時人口を就業・就学者、自宅者、外来者の3通りに分類し、計6通りに

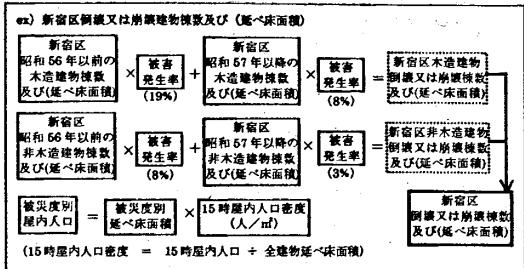
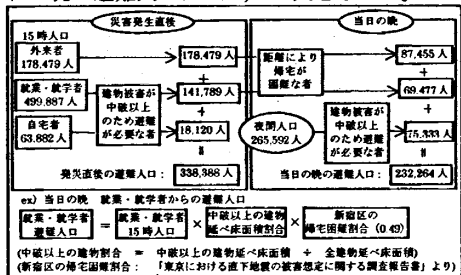


表2 新宿区被災度別建物棟数・延べ床面積・屋内人口

	倒壊または崩壊	大破	中破	小破	軽微の被害	無被害
棟数(棟)	6,091	6,179	9,745	8,818	10,880	10,078
延べ床面積(万㎡)	164	200	351	447	723	634
屋内人口(人)	29,414	35,993	63,018	80,396	130,032	113,918

ついてそれぞれの避難人口を町丁目別に想定した。原則として避難条件は、建物被害が中破以上であることとする。ただし当日の晩の避難人口に関しては、就業・就学者、外来者については帰宅可能な者は自宅に帰宅するとし、帰宅困難な者のみ避難人口として含めることとする。図2に想定概要と新宿区全体の結果を示す。災害発生直後の避難人口は338,388人、当日の晩の避難人口は232,264人となった。



2-2-3 死者想定

2-2-1の建物被害の算定結果（表2）を用い、阪神・淡路大震災における建物被害と死者の発生状況の間係（表3）から死者数を町丁目別に想定した。また、本想定は建物被害による死者数の想定であり、その他火災や交通機関被害による死者等は含まれていない。図3に想定概要と結果を示す。新宿区全体で死者は1,302人となった。

2-2-4 負傷者想定

阪神・淡路大震災における死者と負傷者の人数比を用い、2-2-3の死者想定の結果にあてはめて負傷者を想定した。また負傷者を重傷者、軽傷者に分類し、それぞれについても想定した。ここでの重傷者とは入院が必要な者を指し、軽傷者とは、入院は必要ではない

が治療が必要な者を指す。以下に概要と結果を示す(図4)。新宿区全体で負傷者は20,207人となった。

表3 建物被害と死者発生関係 (神戸市+他5市)

	木造(独立住宅)			非木造(集合住宅)		
	死者	建物被害	死者発生割合	死者	建物被害	死者発生割合
	(人)	(棟)	(人/棟)	(人)	(棟)	(人/棟)
全壊・大破	1789	30360	0.0589	182	1074	0.1695
中程度の被害	153	29115	0.0053	30	1192	0.0252
軽微の被害	96	75832	0.0013	33	3065	0.0108
外観上の被害なし	81	132491	0.0006	73	11192	0.0065

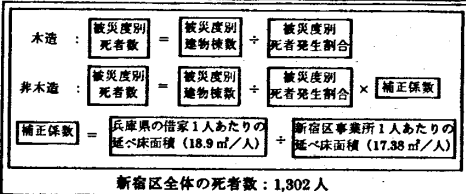


図3 死者想定概要と結果

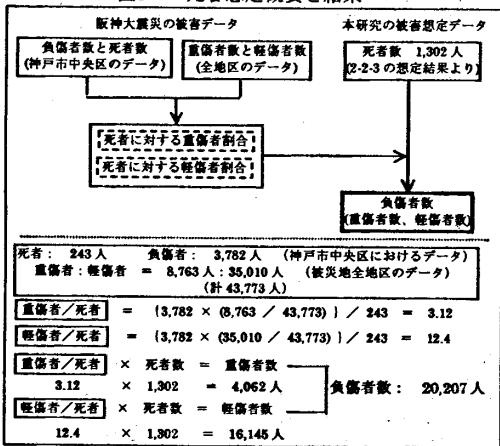


図4 負傷者想定概要と結果

2-3 東京都が行った被害想定との比較

東京都が行った「東京における直下地震の被害想定に関する研究」の被害想定(以下、東京都被害想定という)と本研究の被害想定について表4で比較を行った。東京都被害想定では東京都区部を震源としたマグニチュード7.2の地震が、平日18時に発生した場合の想定としている。

表4 建物被害想定(棟数)結果の比較

本研究	倒壊または崩壊					無被害
	大破	中破	小破	軽微の被害	無被害	
東京都被害想定	6,091	6,179	9,745	8,818	10,880	10,078
本研究	818	1,881		5,056	54,291	

(1) 建物被害想定についての比較

本研究の想定結果は、全壊(倒壊または崩壊・大破)で東京都の「被害想定」の15倍となっている。想定結果が大きく違う理由として、もとなる阪神・淡路大震災の被害例を、本研究の想定では、被害が最大であった場所の一つである神戸市中央区のデータをもとにしているのに対し、東京都の「被害想定」では、複

数のデータを震源からの距離を考慮して検証し、用いていることがあげられる。

(2) 避難人口想定についての比較

- ・本研究の想定: 75,333人 (当日の晩の自宅からの避難人口)
- ・東京都被害想定: 22,070人 (発災1日後の建物被害による自宅からの避難者数)

本研究の想定結果が東京都被害想定約3.4倍になった。想定結果が異なる理由としては、東京都被害想定では、自宅の建物が被害を受けても避難するかどうかの意志を避難率として考慮し、建物の被災度別の人口にそれに乗じていることがあげられる。これに対し本研究の想定では、避難する、しないの意志に関わらず、中破以上の建物被害を受けるものは全員避難することとした。

(3) 死者想定についての比較

- ・本研究の想定による死者数: 1,302人 (木造: 609人、非木造: 693人)
- ・東京都被害想定による死者数: 93人 (木造: 42人、非木造: 51人)

本研究の想定が東京都被害想定約1.4倍となった。想定結果が大きく違う理由として、両想定ともそれぞれの建物被害想定をもとに、死者数を算定しているため、(1)の建物被害想定(表4)において両想定に大きな差が生じていることから死者数についても大きな差が生じたと考えられる。

(4) 負傷者想定についての比較

- ・本研究の想定による負傷者数: 20,207人 (重傷者: 4,062人、軽傷者: 16,145人)
- ・東京都被害想定による死者数: 7,046人 (重傷者: 522人、軽傷者: 6,524人)

本研究の想定が東京都被害想定約3倍となった。想定結果が大きく違う理由として、東京都被害想定では、負傷者に関して詳しい調査の行われた宮城県沖地震のデータをもとに算定したことがあげられる。

これに対し本研究の算定では、阪神・淡路大震災における死者と負傷者の人数比を用い、(3)死者想定の結果にあてはめて負傷者を想定した。

3.早大キャンパス周辺地域の現状の防災性能の評価

3-1 早大キャンパス周辺地域の被害想定

災害時の広域避難場所として戸山公園一帯に指定さ

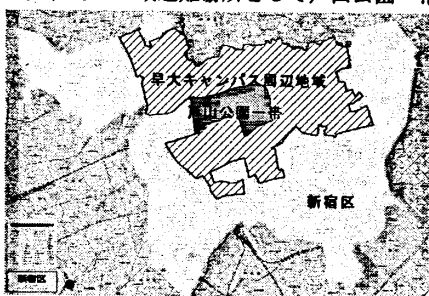


図5 早大キャンパス周辺地域の概要

れている地域は早大キャンパス周辺地域とする。

ここまでは新宿区の被害想定を行ったが、ここでは早大キャンパス周辺地域について被害想定結果をまとめ、以下に示す(図6、表5など)。どの想定項目に関しても新宿区全体の3分の1前後の値となった。

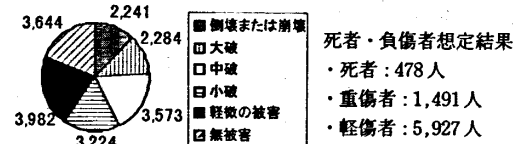


図6 建物被害想定結果 (被災度別建物棟数)

表5 避難人口想定結果

	15時人口	夜間人口	避難人口		帰宅困難者
			災害発生直後	当日の晩	
合計	206,769	107,043	90,311	71,103	88,939

3-2 現状の防災性能の評価

3-2-1 避難拠点について

2-2-2で行った避難人口の想定に対し、現行の避難拠点ではどのくらい収容可能かを検証する。避難は以下のように行うと想定する。

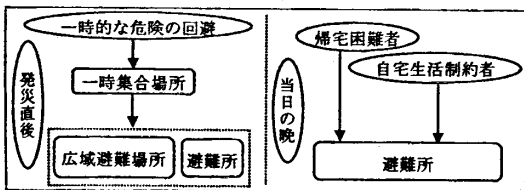


図7 避難の流れ

災害発生直後と当日の晩における避難人口と避難所の収容可能人口を比較したものが図8である。避難所の収容基準は3.3㎡に2人の場合を想定した。

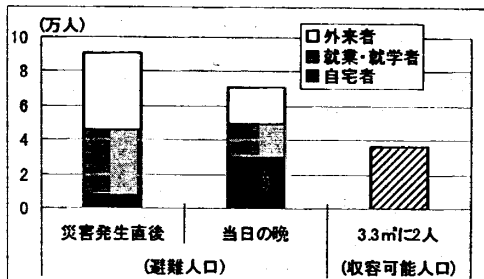


図8 避難人口と既存避難所の収容可能人口

当日の晩の避難人口約7万人に対して、既存の区立小・中学校・幼稚園での収容可能人口はその半分の約3万6千人であり、約3万5千人に対して避難スペースが不足している。

また、広域避難場所については収容可能人口は419,700人(1人1㎡)となっており、災害発生直後の避難人口:90,311人を満たしているが、広域避難場所は、施設での収容ではなく、屋外の空地での保護となるため、避難者にとって環境的に非常に厳しいものとなる。

3-2-2 備蓄について

食糧品と水(飲料水・生活用水・トイレ洗浄水)に関して、『対象人員:(帰宅困難者+夜間人口×0.8)=174,574人』として、早大キャンパス周辺地域における現状の備蓄量と必要量を比較したものが図9である。必要量の基準は次のようにした。食糧品=1人当たり1日3食3日分。飲料水=1人当たり1日3ℓ×3日分。生活用水=1人当たり1日15ℓ×3日分。トイレ洗浄水:1穴当たり1日24ℓ×3日分。

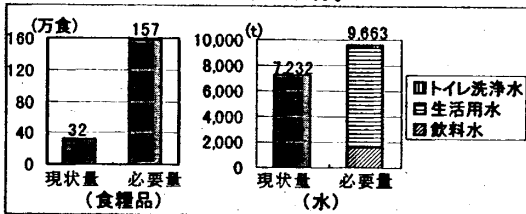


図9 食糧品と水の現状の備蓄量と必要量の関係
対象人員を約17万人とすると、食糧備蓄必要量157万食に対して現状の備蓄量は32万食しかなく、約125万食が不足している。また水についても、必要量9,663tに対して現状の保有水量は7,232tであり、約2,400tの水が不足している。

3-2-3 火災について

本研究の被害想定は建物被害による想定であり、火災は想定に含まれないため、ここでは図10・11より火災について検証した。なお図11では、避難場所内において、周囲で市街地火災が発生した場合においても2050 kcal/mhの熱量を受けない範囲を安全性のある領域としている。

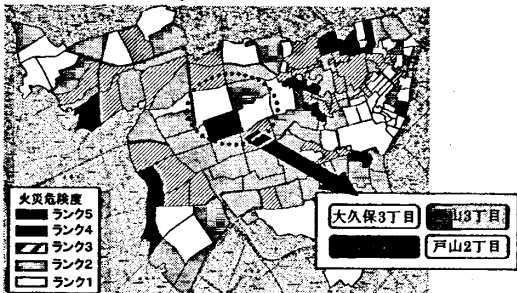


図10 新宿区火災危険度マップ (東京都都市計画局都市防災部 地域危険度一貫表より作成)

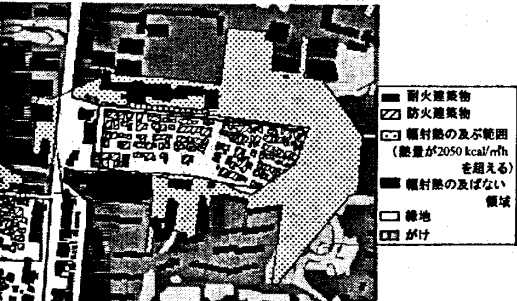



図11 戸山3丁目における火災時の輻射熱影響の分布 (資料提供: 東京都都市計画局都市防災部)

図10より、大久保2丁目の火災危険度はランク4と非常に高い値となっている。また、戸山3丁目はランク2と決して高い値ではないが、図11より、戸山3丁目ですり地火災が起こった場合、のエリア(約61,000 m²)に2,050kcal/m²hを超える輻射熱が及んでしまうことが分かる。

4. 防災拠点の提案

4-1 防災拠点の概要

『全訂 都市計画用語辞典』(都市計画用語研究会編)によると、「防災拠点」は次のように定義されている。『大震火災に対する防災対策のひとつとして、再開発などによって広い公園を中心とした安全な拠点を作って、大地震の際の主な避難場所にするもの。防災拠点は、災害時の避難拠点や中継基地となるほか、平時には一般住民の憩いの場となる。』

本研究では、地区防災拠点としての早稲田大学、防災公園としての戸山公園、そして、周辺地域を一体的に整備することで、地域防災拠点としての戸山公園一帯の在り方を提案する。3章で検証した項目に、過去の災害の教訓より必要と思われる機能を加え、避難・備蓄・火災対応・救援活動の4つを提案の柱とした。

4-2 避難・備蓄拠点としての早稲田大学の提案

周辺の防災計画に伴い、避難・備蓄拠点として早稲田大学が地域にどれだけ貢献できるかを、3章で検証した避難人口の収容スペース、食糧品・水の備蓄について検討し、提案を行う。(図12)

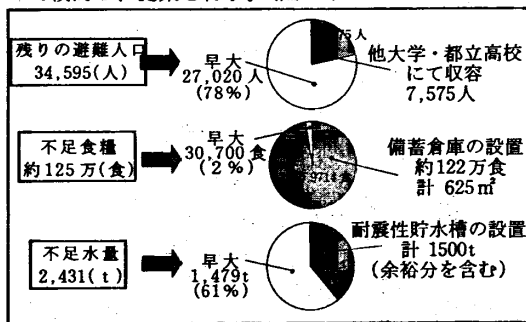


図12 避難・備蓄拠点としての早稲田大学の提案

早稲田大学を避難拠点・備蓄拠点とすることは、物資の配給の便や情報管理などの点においても非常に有効であると言え、各施設の耐震化などキャンパス整備を引き続き行うことで、拠点としての機能をさらに高めていくことが重要である。

4-3 防災拠点の提案

以上を踏まえて、防災拠点として必要な機能をまとめ、地図上におとしたものが図13である。

(1) 避難・備蓄に関して

3章及び4-2より、本研究の提案によって早大キャンパス周辺地域における避難者の収容スペース・食糧

- *1 早稲田大学理工学部建築学科
- *2 早稲田大学大学院修士課程
- *3 早稲田大学理工学総合研究センター助手

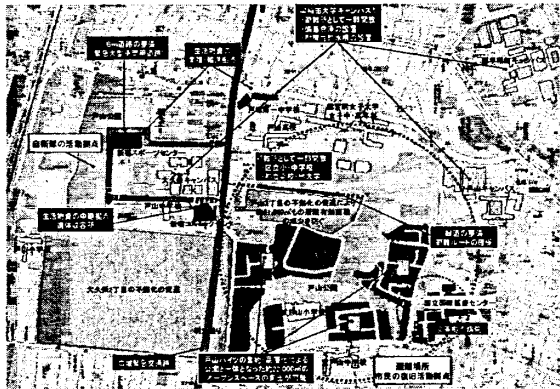


図15 防災拠点の提案

品・水に関しては全てまかなうことができる。また、避難ルートの確保として緑道の整備が必要である。

戸山2丁目の老朽化した都営住宅を3棟に集約・高層化した場合、倒壊の危険性が少なくなるだけではなく、戸山公園と一体となった約22,000 m²ものオープンスペースの創出が可能となる。

(2) 火災対応に関して

広域避難場所としての安全性を高めるためだけでなく、火災時の輻射熱による避難有効面積の減少を防ぐためにも大久保2丁目と戸山3丁目の不燃化は急務である。

(3) 救援活動に関して

現在、新宿スポーツセンター・戸塚第一中学校等は生活物資の集積・輸送拠点、新宿コスミックセンターは生活物資の中継拠点・遺体収容所、国立国際医療センターは災害拠点病院、明治通り等は広域緊急交通路として指定されている。

実行力・組織力・自己完結性を有する自衛隊は災害時の救援活動に欠かせない存在であるので、戸山公園大久保地区を自衛隊の活動拠点として整備する意義は大きいと言える。また、上記等の救援活動をより円滑に機能させるために大久保キャンパス周囲に16 m道路を整備することが必要である。

5. まとめ

本研究の被害想定結果は、東京都被害想定結果を大きく上回る値となった。阪神・淡路大震災レベルの地震に備えて防災拠点としての整備、特に避難スペースの確保や備蓄の拡充が必要である。

今後は学生や地域住民との連携強化を含め、ソフト面での対策も重要な課題である。

参考文献:

- 1) 『東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書』平成9年、東京都
- 2) 『平成7年阪神・淡路大震災建築震災調査委員会最終報告書』平成7年、建築震災調査委員会
- 3) 『全訂 都市計画用語辞典』1998年、都市計画用語研究会

- *4 早稲田大学理工学総合研究センター教授・工博
- *5 早稲田大学教授・工博