

東京での震災後の社会生活上の制約から生じる交通需要の推定*

Estimation of Traffic Demand due to Constrained Life
of Earthquake Disaster at Tokyo District*

関根 淳** 小川 好*** 笹岡 弘治****

By Atsushi Sekine**, Yoshimi Ogawa***, Kouji Sasaoka****

1. はじめに

この論文は東京都区部における地震災害後の社会生活の制約から生じると想定される交通需要を、輸送が必要となるフレート量から推定したものである。

阪神大震災では阪神高速道路3号線の倒壊に代表される道路交通基盤施設の被害に加えて、地震発生数時間後から多種多様の交通需要が長期にわたって発生したために、道路の交通機能や空間機能など、道路が本来受け持つべき役割の多くを十分に果たすことができなかった。その対策として道路交通システムの震災時マネジメントの必要性が指摘されているが、想定されるトリップの目的や種類、量、性質などに基づいた実際的なマネジメントの方策について考察した研究は少ない。

そこでこの論文は、まず震災後の社会生活上の制約から生じると考えられる交通需要を推定し、その交通に対するマネジメントの可能性とその効果について検討するために交通需要量を推定した。

2. 推定の前提条件

この論文は、関東地震規模の地震により東京都区部全域が被災したという想定¹⁾に基づいて、地震災害後に発生が想定される交通需要の要因を社会生活上の制約に限定して推定する。推定の主な内容を表-1に示す。

3. 被害対象者^{1,2)}と居所の仮定

被害対象者は表-2に示すように、帰宅困難者と住居制約者、飲料水などの制約者、食料の制約者、生

活必需品の制約者とし、それぞれの居所は避難者が地震発生当日は広域避難所、2日目以降は区の避難所(区立学校や公民館など)(以下、区避難所とする)に避難すると仮定する。また、非避難者は主に自宅で生活すると仮定する。

表-1 交通需要の推定諸元

推定諸元	内 容
What	物資の供給または需要に関わる交通需要
Where	東京都23区全域(23区個別推定)
When	地震直後-1日目,2日目-3日目,1週間後
Which	飲料水など,食料,生活必需品
Who	避難所生活者,避難所外生活者など
How	1人(1世帯)1日当たりの需要原単位に基づくフレート量より交通量を推定

4. 飲料水などの制約に起因する交通需要の推定

4.1 避難所への給水

東京都(区)では避難方式を二段階避難を基本としている³⁾。これは地震発生直後から1日目は広域避難所に仮避難し、続いて適切な誘導に基づいて区避難所へ本格的に避難する方式である。東京都では区部にある100の広域避難所のうち42の避難所に応急受水槽を、6つの避難所に仮設水槽を設ける計画になっている³⁾。また、区避難所には公共受水槽が設けられている⁴⁾。2日目以降は、避難者は被災によって断水した区避難所には誘導されないとし、全避難所生活者が水供給に支障のない区避難所に移動すると仮定する。したがって避難所に対する給水は、地震発生当日の応急受水槽がない広域避難所と仮設水槽を設ける広域避難所に行くと仮定する。応急受水槽がない広域避難所と仮設水槽を設ける広域避難所の給水人口は、当該広域避難所の計画避難者人口に対する想定避難者人口の比率より算出した。推定人口の結果を表-3に示す。

避難者の水需要原単位は飲料用水3 lと生活用水20 lを合わせて23 l/人/日とした。給水channelは浄水場(所)・給水所(以下、浄水場と省略)から給水車

* キーワード;被害想定,物資輸送,交通需要予測

** 正会員 修士(工学) 東京都土木技術研究所 技術部

*** 正会員 博士(工学) 東京都土木技術研究所 地象部

**** 正会員 博士(工学) 東京都土木技術研究所 技術部

〒136-0075 東京都江東区新砂1-9-15

E-mail aseki@olive.ocn.ne.jp

表-2 交通需要の推定の基礎となる主な社会生活上の制約

主な社会生活 の制約	被害者(交通需要の推定対象者)	被災原因	居 所		
			1日目	2日目	1週間後
帰宅困難	主に区部外から通勤している 区部在勤者	公共交通機関の麻痺 道路施設の被害	広域避難所	地域外	地域外
住居制約	自宅の倒壊、焼失などにより居住 が不可能となった区部居住者	自宅の倒壊、焼失等	広域避難所	区避難所	区避難所
飲料水などの 制約	①水供給施設の被害により取得 が困難となった区部居住者	自宅の倒壊、焼失等	広域避難所	区避難所	区避難所
	②帰宅困難者	断水	主に自宅	主に自宅	主に自宅
食料の制約	①住居制約、水制約等により通常 の飲食の確保が困難となった区 部居住者	交通システムの麻痺	広域避難所	地域外	地域外
	②帰宅困難者	自宅の倒壊、焼失等	広域避難所	区避難所	区避難所
生活必需品の 制約	住居制約、飲料水等の制約等により 通常の市民生活の確保が困難とな った区部居住者	ガス、電気の制約	主に自宅	主に自宅	主に自宅
		交通システムの麻痺	広域避難所	地域外	地域外
		自宅の倒壊、焼失等	広域避難所	区避難所	区避難所
		断水、ガス、電気の制約など	主に自宅	主に自宅	主に自宅

表-3 社会生活上の制約と被制約者人口

主な社会生活 上の制約	被制約者	推 定 時 間		
		1日目 (人)	2日目 (人)	1週間後 (人)
飲料水などの 制約	避難所生活者*	3929609	1605021	1100031
	避難所外生活者*			
	自宅生活者**	101092	147920	66781
	後方医療機関	16874	24777	34496
	その他医療機関	8446	10744	15207
合計		4056021	1788462	1216515
食料の制約	避難所生活者*	3929609	1605021	1100031
	避難所外生活者*			
	自宅生活者*	6275083	6722830	7227820
合計		10204692	8327851	8327851
生活必需品 の制約	避難所生活者*	3929609	1605021	1100031
	避難所外生活者*			
	自宅生活者***	2765639	2975512	3205851
合計		6695248	4580533	4305881

*避難者人口を除く **断水による制約

***震災後において一般的に必要な物資の制約率(非難者率)より推定

や給水タンク・角型ポリタンク(以下、給水用資機材とする)を利用する計画になっている³⁾ので、応急受水槽がない広域避難所への給水は給水用資機材を利用し、その輸送は都区が現有している資機材の容量と数を基に2,4m³車または1t車で行われると仮定してフレート量を集中交通量へ換算した。また、仮設水槽への給水は2m³の給水車で与えられると仮定してフレート量を換算した。推定結果を表-4に示す。

4.2 避難所外への給水

避難所外の飲料水などの制約者に対する給水は、主に一般の住居に生活する者(以下、自宅生活者とする)と後方医療機関³⁾(平成7年3月時点で区部22施設)を推定対象とした。

自宅生活者は夜間人口から避難者人口と疎開者を除いた人口とした。需要原単位は地震発生日が飲料用水3lと炊事用水57lを合わせた60lから1世帯当たりの平均備蓄水量を差引いた水量とし、2日目以降は飲料用水3lと炊事用水57l、生活用水20l、雑用水52lを合わせた132lとした。

給水に伴って自動車交通が発生すると想定される

主な給水channelは、浄水場から給水車を利用した給水と浄水場から給水用資機材を利用した給水となるので、これらを対象とした。

奥村・吉田⁵⁾の阪神大震災後の芦屋市でのアンケート調査結果から考察すると、表-5に示すように地震発生日の給水車経由の水確保は、飲料用水と炊事用水が約10%、2日目が飲料用水と炊事用水が約22%、生活用水が約33%、雑用水が約23%、1週間後が同様に約64%、約65%、約42%であったと推定される。この推定値を給水車経由での水確保の割合とし、残りを給水用資機材利用による給水として推定した。フレート量の集中交通量への換算は、給水車利用によるchannelは2m³車で、給水用資機材経由のchannelは2,4m³または1t車で行われると仮定した。推定結果を表-4に示す。

後方医療機関の給水対象人口は、まず当該後方医療機関の属する二次保健医療圏⁶⁾の総病床数と在院総患者数⁷⁾、外来総患者数⁷⁾から1日の平均在院患者数と平均外来患者数を算出し、次にこれらより医療従事者数を医療法第21条⁸⁾に基づいて算出した。重傷者数は、二次保健医療圏内の総重傷者数と総病床数より推定した。外来患者の来院割合は、地震発生日が10%、2日目から3日目は50%、1週間後は100%と仮定した。また、同一二次保健医療圏内の後方医療機関以外の一般病院(以下、一般病院と省略)から搬送されてくる重傷者数は、2日目から3日目にその50%が、1週間後には100%が搬送されていると仮定した。後方医療機関の推定対象人口を表-3に示す。

後方医療機関の需要原単位は推定期間内を通して一定とし、在院患者が飲料用水と生活用水と雑用水を合わせて75l、重傷者は飲料用水と治療用水を合

表-4 飲料水などの制約に起因する交通需要

飲料水などの制約		フレート換算	推 定 時 間		
			1日目 (台)	2日目 (台)	1週間後 (台)
避難所					
浄水場(所)・給水所→ 広域避難所(仮設水槽)(集中*)	2t車換算	198	0	0	0
浄水場(所)・給水所→ その他の広域避難所(集中*)	2t車換算	2181	0	0	0
	4t車換算	262	0	0	0
	1t車換算	3484	0	0	0
避難所外					
自宅生活者(発生)	1t車換算	1784	3080	3455	
浄水場(所)・給水所→ 給水車(集中*)	2t車換算	309	1953	2128	
浄水場(所)・給水所→ 給水タンク/ホリタンク(集中*)	2t車換算	1268	2891	13447	
	4t車換算	174	395	1766	
	1t車換算	2204	5063	24845	
浄水場(所)・給水所→ 後方医療機関(集中*)	4t車換算	355	425	517	
その他医療機関(発生**)	1t車換算	656	560	682	
合計		12875	14367	46840	

*集中交通量

**発生交通量

表-5 避難所外の自宅生活者の飲料水などの主な確保手段*

確保手段	水の用途	直後～1日目	2日目	3日目	1週間後
トリップを伴う 総需要水量**	飲料用水: (3+57)(%)	1.00	0.87	0.98	
	生活用水: 20(%)	0.60	0.75	0.77	
	雑用水: 52(%)	0.87	0.82	0.72	
給水車	飲料用水: (3+57)(%)	0.10	0.22	0.64	
	生活用水: 20(%)	0.00	0.33	0.65	
	雑用水: 52(%)	0.00	0.23	0.42	
給水用資機材	飲料用水: (3+57)(%)	0.90	0.78	0.36	
	生活用水: 20(%)	1.00	0.67	0.35	
	雑用水: 52(%)	1.00	0.77	0.58	

*文献(5)より推定して作成

**東京の一般社会生活での消費水量

***井戸、上水道利用などは含まれない

わせて153 l、外来患者は飲料用水と雑用水を合わせた55 lの50%、医療従事者が飲料用水と雑用水を合わせた55 lとした。

後方医療機関への給水は、緊急要請に基づいて浄水場などから給水車や給水用資機材を利用して給水される計画になっている³⁾。後方医療機関数と総需要原単位から判断して給水は全て給水車を利用して行われると仮定し、フレート量の集中交通量への換算は4 m³車で行われると仮定した。推定結果を表-4に示す。

4.3 避難所外生活者の水確保

避難所外の生活者の水確保に起因する交通需要は、主に自宅生活者と一般病院を推定対象とした。

自宅生活者の自動車トリップを伴うchannelは、浄水場や応急受水槽、公共受水槽などの給水拠点から確保する方法と給水用資機材などの給水端末から確保する方法が想定される。避難所外の自宅生活者の水確保トリップは、加藤ら⁹⁾と小谷ら¹⁰⁾の阪神大震災後のアンケート調査に基づいて推定すると、表-6に示すようになる。この論文では断水などによる被制約者に平均目的トリップ数と自動車トリップ率をかけて推定した。推定結果を表-4に示す。

次に、一般病院の水需要人口は前節の後方医療機

関の場合と同様の方法で推定した。ただし重傷患者は2日目以降は後方医療機関へ搬送すると仮定しているために差引いている。その結果を表-3に示す。

水の需要原単位は後方医療機関と同一である。確保のchannelは、一般生活者と同様に浄水場や応急受水槽、公共受水槽などの給水拠点から確保する方法と給水用資機材などの給水端末からの確保する方法を推定対象とした。推定される発生交通量は医療機関であることを考慮して全必要水量に対してトリップが発生すると仮定し、それらは1 t車で輸送されるとしてフレート量を発生交通量に換算した。その結果を表-4に示す。

表-6 社会生活上の制約に伴うトリップ数と自動車トリップ率***

社会生活上の制約	直後～1日目	2日目	3日目	1週間後
自動車トリップ率**	0.339	0.254	0.255	
飲料水などの制約* (Trip/人日)	0.230	0.347	0.880	
食料の制約* (Trip/人日)	0.210	0.217	0.530	
生活必需品の制約* (Trip/人日)	0.080	0.137	0.222	

*は原制約者でない避難所外の自宅生活者

**免許保有者かつマイカー保有者

***文献(9)(10)より推定して作成

5. 食料の制約に起因する交通需要の推定

5.1 避難所への食料の配給

避難所への食料の配給は、地震発生当日から2日目までは区備蓄の緊急食料の配給が基本であり、不足分は区に要請に基づいて東京都の備蓄食料を放出するかまたは契約業者から調達する計画になっている³⁾。また、3日目以降は東京都が契約業者から米穀や副食品、生鮮食料品などを調達して米飯の炊出しによる食料配給を行う計画になっている³⁾。この論文ではこの備蓄食料と調達食料の輸送に伴う交通需要を推定対象とした。

配給の対象人口は表-3に示した避難所生活者とした。推定の対象となる主な陸上輸送のchannelは区備蓄倉庫から避難所や都備蓄倉庫から避難所、調達業者から避難所の3つのchannelとし、需要原単位と需要原単位当たりの重量、配給対象人口を基に必要な総流動量を算出してフレート量とした。フレート量の集中交通量への換算は、避難所が端末となることを考慮して、端末輸送には1 t車による輸送、集積地への輸送には4 t車によって輸送されると仮定して換算した。その結果を表-7に示す。

5.2 避難所外の生活者の食料の確保

避難所外の自宅生活者の推定対象人口は夜間人口から避難所生活者と疎開者を除いた人口とした。食料の確保に起因する交通需要は、表-6に示した目的

トリップ数と自動車トリップ率を基に水確保の交通需要の場合と同様に推定した。その推定結果を表-7に示す。

6. 生活必需品の制約に起因する交通需要の推定

6.1 避難所への生活必需品の配給

避難所への生活必需品の配給は、食料の配給と同様に区が備蓄している配給品が基本であり、不足分などは区の要請に基づいて都が備蓄品を放出するかまたは調達する計画になっている³⁾。配給対象人口は表-3の通りである。陸上輸送のchannelは食料の輸送と同様であると仮定し、フレート量は需要原単位と需要原単位当たりの重量、配給対象人口より総流動量として算出した。フレート量の集中交通量への換算は、食料輸送の場合と同様に、端末の輸送は1t車で、集積地への輸送は4t車で行われると仮定した。その推定結果を表-8に示す。

6.2 避難所外生活者の生活必需品の確保

東京都防災会議^{1,2)}は、一般世帯に対して震災後に一般的に必要となる物資の備蓄状況をアンケート調査している。その備蓄率を基に制約人口を推定した結果が表-3である。この対象人口から飲料水などの確保に起因する交通需要の推定と同様の方法で発生交通量を推定した。推定結果を表-8に示す。

表-7 食料の制約に起因する交通需要

食料の制約	フレート換算	推 定 時 間		
		1日目 (台)	2日目 (台)	1週間後 (台)
避難所				
区備蓄倉庫→避難所(集中*)	1t車換算	260	167	18
都備蓄倉庫→集配拠点(集中*)	4t車換算	73	42	12
流通調達→集配拠点(集中*)	4t車換算	106	70	544
集配拠点→避難所(集中*)	1t車換算	553	331	1823
避難所外				
自宅生活者(発生**)	1t車換算	102430	74376	223130
合計		103422	74986	225527

*集中交通量

**発生交通量

表-8 生活必需品の制約に起因する交通需要

生活必需品の制約	フレート換算	推 定 時 間		
		1日目	2日目	1週間後
		(台)	(台)	(台)
避難所				
区備蓄倉庫→避難所(集中*)	1t車換算	1442	51	28
都備蓄倉庫→集配拠点(集中*)	4t車換算	1310	28	25
流通調達→集配拠点(集中*)	4t車換算	6146	1878	297
集配拠点→避難所(集中*)	1t車換算	29150	7084	845
避難所外				
自宅生活者(発生*)	1t車換算	17784	24535	42857
合計		55832	33576	44052

*集中交通量

**発生交通量

7. おわりに

この論文の推定結果は次のようにまとめられる。
(1) 被災後の社会生活上の制約に基づく交通需要を

合計すると、地震発生日が約17万台、2日目が約12万台、1週間後が約34万台であると推定された。

(2) 推定値のうち約60%が避難所外の自宅生活者の食料確保に起因する交通需要であった。

(3) 各々の制約に起因する交通需要の時系列変化の特徴は、飲料水などの制約に起因する交通需要は、地震発生日から1週間後まで一貫して増加傾向にあるが、食料の制約や生活必需品の制約に起因する交通需要は地震発生後2日目に一旦減少し、それ以降は増加傾向にある。

(4) 伊藤ら¹¹⁾の報告と単純に比較すると、対象人口が約7倍であるのに対して地震発生日の交通量が約2.5倍、2日目が約4.8倍、1週間後が約8倍という推定結果であった。

(5) 各々の制約に起因する発生または集中交通量を起終点間の往復2トリップの生成交通量と仮定してセンサスODの貨物車類と乗用車類の東京都区部平日内々トリップ¹²⁾と単純に比較すると、地震発生日は約10%、2日目が約7%、1週間後が約21%に相当する交通需要が発生すると推定される。

【参考文献】

1) 東京都防災会議；東京都における地震被害の想定に関する調査研究。(1991)
2) 東京都防災会議；東京都における地震被害の想定に関する調査研究(手法・提言編)，(1991)
3) 東京都防災会議；東京都地域防災計画震災編本編，(平成8年度修正)，(1996)
4) 東京都総務局災害対策部；平成9年度区市町村防災事業の現況(平成9年度4月1日現在)，(1998)
5) 奥村 誠，吉田英雅；震災時の水運搬能力と水利用，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，137-142，(1997)
6) 東京都防災会議；東京都地域防災計画震災編別冊資料，(平成8年修正)，(1996)
7) 東京都衛生局；東京都の医療施設，平成8年度医療施設(静態・動態)調査・病院報告結果報告書，(1996)
8) 東京都衛生局医療計画部医療指導課；病院管理の手引き，(1997)
9) 加藤，味沢，家田，林；地震発生後一週間の被災者及び支援者の交通特性とマイカー利用削減の可能性，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，355-362，(1997)
10) 小谷，松本，柏尾，今井；阪神・淡路大震災時におけるマイカー利用の実態と今後の課題，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，339-346，(1997)
11) 伊藤，中川，吉川，小林；震災直後の被災地流出入交通量とその交通特性，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，273-280，(1997)
12) 東京都建設局道路建設部；東京都の自動車交通の実態，-平成6年度自動車起終点調査より-，(1997)