

緊急時の行動からみた防災交通計画立案のための視点*

Transportation Planning for the Urban Earthquake Disasters Considering the Emergent Activities

中川 大**・伊藤 雅***・小林 寛****・若山真樹*****

By Dai Nakagawa, Tadashi Ito, Hiroshi Kobayashi and Masaki Wakayama

The former regional disaster prevention plans only provide the static support systems. They lack the concept of distribution of urban activity and transportation. We review the existing disaster prevention plans and point out the problem of them, from the viewpoint of person trip and freight transport. We focus the individual evacuation activities, driver's behavior, and transport for living necessities. Lastly we propose further view of transportation planning especially for the urban disaster and suggest the necessities of evaluate systems to verify measure concerning space-time moving of person and goods.

Keywords: disaster prevention plan, evacuation activity, freight transport

1. はじめに

阪神・淡路大震災においては、道路の通行不能や容量低下によって、救援・救急活動や物資運搬に大きな支障が生じた。救援活動に必要な人員や物資の迅速かつ確実な輸送の確保を図るためには、適切な防災交通計画を備えておく必要がある。本研究では、従来より示されている災害応急対応計画における、個人の避難行動、緊急輸送計画の問題点を、人や物の時間的・空間的な動きに着目して考察し、その上で、緊急対応時における防災交通計画立案のための視点を整理し、計画策定のために検討すべき課題を指摘する。

2. 個人の避難行動

阪神・淡路大震災は人間活動が比較的少ない

* キーワーズ 防災計画、避難行動、物資輸送
** 正員、工博、京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻
(〒606-01 京都市左京区吉田本町、TEL075-753-5138)
*** 正員、博士(都市・地域計画)、京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻
**** 正員、工修、建設省土木研究所
***** 学生員、京都大学大学院工学研究科修士課程土木システム工学専攻

早朝に起こったが、防災対策は朝夕のラッシュ時や、多くの人が自宅を離れている昼間時など、活動が活発な時間帯での地震発生も想定して考えなければならぬ。地域防災計画はこれまで、地震に遭遇した箇所に最も近い避難場所に避難させる考え方にたってきたが、自宅から離れたところで被災した人は、真っ先に家族のもとへと駆けつけることが十分あり得ることからもわかるように、自宅で被災した場合と自宅以外で被災した場合を全く同じように想定することは現実的ではない。また、車を運転中に地震にあった場合に、その地点に最も近い避難場所に避難するのが当然であるとも言えない。都市活動が広域化・多様化している現在においては、従来のような画一的な考え方だけでは対応できない問題が数多く生じている。そこで、以下ではまず個人の避難行動に関して防災計画に記載されている内容に関して考察する。

(1)防災計画による避難行動

国の防災基本計画⁹⁾は、避難に関して「避難収容活動」という項目で、避難に関する公的な活動について記述しているのみで、住民の側の避難の方法についての具体的な記載はない。一方、地域防災計画

には、一般に住民避難に際しての避難の地区割り、避難場所の区分、避難開始の時期等が示されている⁴⁾。これらの記述をもとに、地域防災計画が想定していると考えられる避難フローを図式的に表現すると図1ようになる。

避難は原則としてまず自主防災組織もしくは町内会等においてあらかじめ定められた一時避難場所へ徒歩で避難し、火災の拡大状況等によりさらに避難する必要が生じた場合は、一時避難場所から最も近い広域避難場所へ再び徒歩で避難することとなっている。ただし、災害の状況等により、他の一時避難場所もしくは広域避難場所への避難が必要となったときは、市職員、警察官、消防吏員、消防団員の

指示により避難する。避難行動の始点すなわち被災場所については通常記載されておらず、自宅、勤務先、旅行先等の区別はない。

避難した後については、その避難場所で危険が回避するのを待ち、自宅が居住可能な人は自宅に戻り、居住に支障をきたす人は避難所に向かう。人数オーバーにより収容不可能な場合、他の地区（非被災地もしくは小被災地または隣接県）へ移送することになっている場合もある。

しかし、避難のパターンはこれだけでないことは明白であり、想定されうるすべての行動が網羅されているとは言えない。

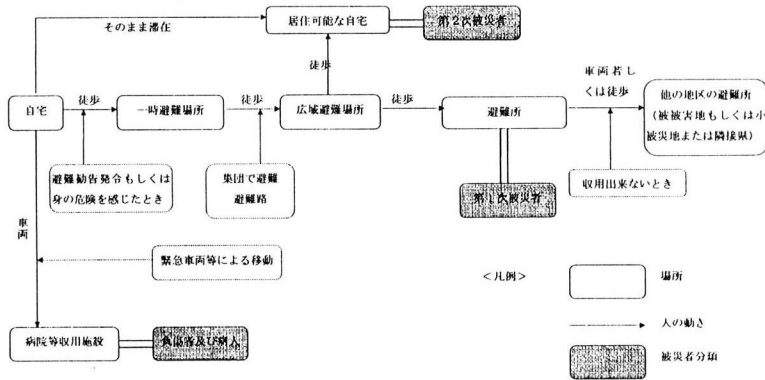


図1 防災計画で想定されている個人の行動パターン（自宅被災した場合）

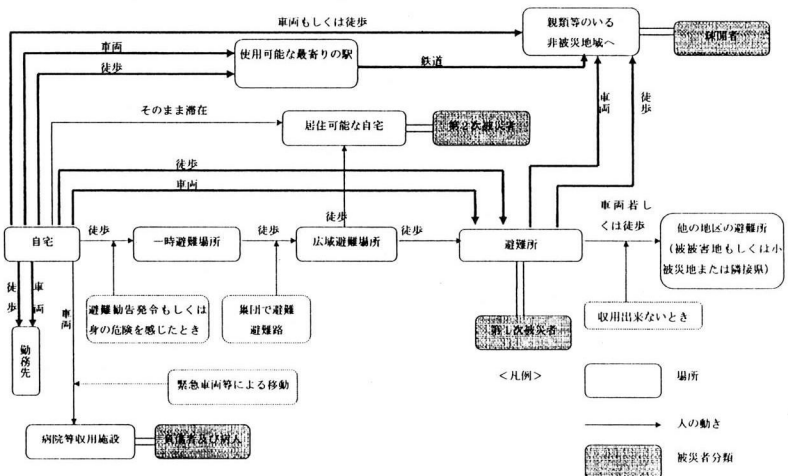


図2 実際に考えられる個人行動パターン（自宅被災した場合）

太線は従来の地域防災計画では明示されていない行動

(2)想定されうる個人の避難行動パターン

前項で示したように、現在の地域防災計画は、避難行動の想定に関して極めて不十分である。地震に遭遇したときに個人がとりうる行動を考えた時、下記のような問題点を指摘できる。

a)避難を行うことの決定について

個人が避難を行うかどうかは、避難勧告の発令に基づいて行われる場合もあるが、自主的に判断される場合も多い。しかしながら、地域防災計画では後者による避難行動については、具体的な対応が示されていない。

b)避難場所の選択について

避難する人は指定された公共の避難場所へ行くとは限らない。一般に人々は公共避難所よりも親戚や友人の家を避難先として選好するという傾向が強く見られるとされており、阪神・淡路大震災においてもそのような行動は多く見られた¹¹⁾。避難所への避難人数の推移を見ても、避難者がすべて速やかに公共の避難所へ避難したのではないことがわかる。このことは、スリーマイル原発事故の例においても報告されている⁷⁾。住民が避難する場所は、地域防災計画に記載されているような公共の避難所のみではないが、地域防災計画においてはこのような行動を対象とした対応は示されていない。

自宅で被災した場合を例に、その被災者の考え得る行動を図1と対象させて図示すると図2のようなフローに書き表すことができる。

自宅から避難を開始する人々は、公共の避難場所、被災していない親戚、友人の家、会社等に向かうか、自宅にいるなどの行動をとるが、図1と比較しても分かるように、従来の防災計画には明示されていないタイプの行動は多い。

c)被災場所について

自宅以外で被災した場合にも様々な状況が想定される。例えば、都心で買い物・娯楽等の活動を行っていた人は、その近辺の避難所に向かうより自宅に向かう行動を起こす可能性が高い。また、遠方から出張・観光等で来訪していた人は、広域的な避難を試みる可能性が高い。このような避難の形態は、都市活動が活発化した現在においては、数万人、数十万人のオーダーに達することも十分考えられるが、従来の地域防災計画では全く触れられていない。今

後の防災計画の視点として極めて重要な点であると考える。

3. ドライバーの行動

(1)地震発生時におけるドライバー行動の記載

地域防災計画においては、災害発生後の道路利用者の行動指針についてはほとんど触れられていない。

自動車に乗車している際にとるべき行動について地域防災計画や市販されている防災マニュアル関係の出版物に記載されている項目を整理して表1に示した。まず、国の防災基本計画はこのような個人レベルの行動指針は全く示しておらず、地域防災計画でも記述しているのは表にあげた4都市のうち東京都のみである。すなわち、ドライバーの行動指針は通常、公的な防災計画の内容にはなっておらず、一般のマニュアル等によってのみ示されていることになる。その内容は主に下記のようなものである。

- ①急ブレーキをかけずに徐々にスピードを落として減速する。
- ②車を左側に寄せて停車する。
- ③地震がおさまるのを待って、カーラジオのスイッチを入れ、地震情報を聞く。
- ④避難の必要がある場合は、エンジンを切り車を置いて歩いて避難する。
- ⑤避難するときは、窓を閉めて、エンジンキーはつけたまま、ドアはロックをしないで、地域の人々と行動を共にする。

これらに関する問題点を次項で記述する。

(2)ドライバーの行動指針に関する問題点

震災時におけるドライバーの行動指針については、下記のような疑問点及び問題点がある。

a)車を置いて徒歩で逃げることの妥当性

車を放置することによる道路交通への支障や、徒歩による避難の危険度を考えると、走行中のドライバーが徒歩によって避難することを原則とすることを無条件に正しいということではできない。

b)行動原則の不確立

「窓を開けたまま逃げる」と「窓を閉めて逃げる」との背反した記述があるように、行動原則そのものに不明確な点は多い。このことは、防災基本計画や

地域防災計画には、民間による行動に関する記述が極めて少ないことにも起因している。すなわち、これらの指針の作成は、社会的な認知とコンセンサスを得るためのシステムを持たない個別機関に委ねられているのが現状である。

c) 災害の現実との不整合

カーラジオをつけて被害状況を把握することがほとんどのマニュアルに示されているが、地震直後にラジオから正確な情報が得られる可能性は極めて低い。また、警戒宣言発令時の一般道路における時速20km 走行などもほとんど現実性を持たない。このように、災害の現実とはややかけ離れて机上論的になっている部分が多い。

以上に示したことからわかるように、震災時のドライバーの行動指針は極めて不十分である。

(4) 震災発生時における道路状況

多くの防災マニュアルでは震災が発生すると車両を放棄して避難すると明記されているが、このよう

な方法は、緊急車両の支障になる可能性は高い。以下では、実際に緊急車両の通るべき道路が確保されるかどうかを検証する。

震災時における道路上車両の障害については、文献 8) で検討されているが、本研究ではさらに交差点及びその駐車禁止区域、大型車長を考慮に入れ、次のように考える。

地震が起こり、車両から避難しなければならない状況を想定した場合、各路線(リンク)に滞留する車両を次のように求め、その路線の障害度とする。

$$\text{リンク当たり瞬間台数: } Q = \frac{N_n}{V_n} L$$

リンク当たり駐車長さ:

$$L' = Qd_l + Q(1-\varepsilon)l_e + k_{sl}l_{sl} + k_{ss}l_{ss} + k_{nl}l_{nl} + k_{ns}l_{ns}$$

ただし、L: リンク区間長(m)、N_n: ピーク時交通量または時間交通量(台/h)、V_n: 平均運行速度(km/h)、ε: 大型車混入率(%), k_{sl}: W≧5.5 の

表1 防災マニュアルにおけるドライバー行動についての明記頻度

○: 明記項目 ドライバーマニュアル明記項目	書番	冊																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1) 避難の必要がある場合、車を捨てて徒歩で避難	1																																					
2) 左側に寄って停車	2																																					
3) エンジンキーを切る	3																																					
4) エンジンキーをつけたまま避難	4																																					
5) 徐々にスピードを落とす	5																																					
6) ドアを開けっ放したまま避難	6																																					
7) ドアを閉める	7																																					
8) 窓を開けて避難	8																																					
9) 窓を閉めて避難	9																																					
10) ドアはロックしないで避難	10																																					
11) カーラジオをつけて被害状況を把握する	11																																					
12) 近くに駐車場や空地がある場合、そこに車を入れる	12																																					
13) 避難時、地域の人々と行動をともにする	13																																					
14) 警戒宣言が発せられたとき、走行速度を高速度道路では40km/h、一般道路では20km/hに減速する	14																																					
15) 目的地まで走行したら以後は車両を使用しない	15																																					
16) 気象警報等の指示に従う	16																																					
17) サイドブレーキをかける	17																																					
18) 避難には絶対車を使わない	18																																					
19) ハザードランプを点滅させる。または三角旗を置く	19																																					
20) 避難時には名前、住所を書いたメモをこす	20																																					
21) 車検証を持って避難する	21																																					

<出典>

1) 防災基本計画、中央防災会議、1995.7
 2) 東京圏地域防災計画：震災編（平成4年度修正）、東京都防災会議、1995.7
 3) 神戸市地域防災計画 平成6年度地域防災編 神戸市防災会議、1994
 4) 京都市地域防災計画（平成6年度修正）、京都市防災会議、1994.6
 5) 高槻市地域防災計画、高槻市防災会議、1992.3
 6) 阪神大震災に学ぶ「イザ」というときの100マニュアル、毎日新聞社、1995.4.10
 7) 首都圏高速度道路事業計画
 8) 震災直前に押す対応指針：東京圏地域防災計画（震災編）付録、東京都防災会議、1990.12
 9) 大地震における対応指針、日本放送協会
 10) 地震・台風・津波・火災からあなたを守る 大地震防災マニュアル、PHP研究所、1995.9.7
 11) 地震防災の心得 備えて賢く生きる、自治省消防庁防災対策推進室編、1995.9
 12) 大地震にそなえて、京都市防災会議事務局、1975
 13) 名取俊介取材：緊急！地震対策マニュアル 阪神大震災で知る最新情報、ベストセラーズ、p38、1995.3
 14) 栗田伸一、岡口浩：都市型大震災マニュアル 阪神大震災から学ぶ、あなたのいのちを守る58の方法、オース出版社、pp194-197、1995.2
 15) 柳文彦：家族で読む地震の本 身を守る知識と行動マニュアル、PHP研究所、pp153-161、1995.4
 16) 週刊朝日臨時増刊大震災サバイバルマニュアル 阪神大震災が教える99のチェックポイント、朝日新聞社、p34、1995.3
 17) 佐本邦：阪神大震災でわかった常識のウソ 大震災の恐怖とサバイバル、サンデー出版局、p2、1995.3
 18) 地震の知識119 そのときあなたは自分を、家族を、どうするか完全保存版、旺文社、p63、1995.5

19) 地震災害 サバイバルマニュアル 防災の手引き、小学館、pp16-17、1995.6
 20) 嵐月利男監修：大震災からあなたと家族を守る本保存版、学習研究社、p82、1995.7
 21) 大地震家族と自分を守るサバイバル読本 防災から被災生活までのまるごとハンドブック、富士地震防災研究所二刷出版、pp131-132、1995.3
 22) 阪神大震災に学ぶ大震災生活の知恵、知珠社編集、知珠社、p40、1995.4
 23) 大震災生きのこる方法 阪神大震災から学ぶ、現代アカデミー編、泰誠社、pp146-147、1995.3
 24) 生き抜け！東京大震災 阪神大震災からの教訓、読売新聞社編、読売新聞社、p26、1995.3
 25) 驚異の科学シリーズ21 今「地震」が危ない「保存版」地球探検白書、学習研究社、p116、1995.5
 26) 地震ハンドブック 阪神大震災の経験から、毎日新聞大蔵本社、毎日新聞大蔵本社編合企画本部、p6、1995
 27) 親子の地震まるごとハンドブック 教えがらばはじまらない！、インパクト編、日本出版社、pp60-61、19
 28) 石久久監修：震災の生存術、中央出版社、p113、1995.9
 29) 荒川しんべい著：大震災から家族を守る アウトドアのグッズと知恵、中央出版社、pp216-217、1995.8
 30) AERA緊急増刊2/5号 関西大震災に学ぶ、朝日新聞社、p13、1995.2
 31) 大震災を生き抜く「読評」が教える危機管理、時事通信社編集局編、時事通信社編集局、p11、1995.4
 32) 厚沢対応マニュアル、日本ヒーロー編集局関西支店、日本ヒーロー編集局、p38、1995.10
 33) 吉田純夫：自力脱出マニュアル100、勁文社、1995.3.20
 34) 大震災読本 生き残りマニュアル、朝日新聞社、1994.5.15
 35) MONO セイフティマニュアル マグネチュード手帳生き残り生活術、(株) ワールドフォトプレス、1995.
 36) 家族を守る地震・防災マニュアル手帳、(株) ブティック社、1995.4.20

信号交差点数、 k_{ss} : $W < 5.5$ の信号交差点

数、 k_{nl} : $W \geq 5.5$ の信号なし交差点数、

k_{ns} : $W < 5.5$ の信号なし交差点数、

$l_t = 15\text{m}$ (大型車長 12m + 余裕長 3 m)、

$l_c = 7\text{m}$ (小中型車長 4.7m + 余裕長 2.3m)、

$l_{sl} = 30\text{m}$ (交差点 20m + 余裕長 10m)、

$l_{sr} = 16\text{m}$ 、 $l_{nl} = 25\text{m}$ 、 $l_{ns} = 15\text{m}$ である。

以上より、通行不能車線率 R は、

$$R = \frac{L'}{L}$$

と表され、走行している車両が左側によると、片側 2 車線道路では

- $R < 0.2$ 道路障害なし
- $0.2 < R < 1.0$ 1 車線使用可
- $1.0 < R < 2.0$ 2 車線使用不可

となる。

上記の式をもとに、神戸市流入断面を対象として、ピーク時に地震が起こった場合の交通量を用いて計算した結果を表 2 に示した。

これらを見ると国道 2 号芦屋川付近では片側 2 車線中 1 車線が完全に通行不能になることになる。

国道 21 号神戸明石線では片側 1 車線中 1 km あたり 0.5~0.7km が車で埋まることになり、ほとんど車両の通行が不可能な状態になる。

すなわち、今回の阪神・淡路大震災において流入に用いられた主要道路においては、車両を放置して避難することを前提としたのでは、機能を果たさないということである。

阪神・淡路大震災は車の通行がほとんどない早朝であったため、大きな問題にはならなかったが、車両の放置は重大な問題を引き起こす可能性がある。

4. 緊急輸送に対する考え方

災害活動はそれぞれの活動の緊急度、重要度を考慮して行うべきであるが、従来の緊急輸送に対する考え方には以下のような問題点がある。

まず第 1 には、防災基本計画及び地域防災計画⁹⁾ ~¹⁰⁾には具体的な緊急度、重要度の記述がないことである。理念的な分類の方法は示されている場合もあるものの、具体的な人員、物資、車両等の重要度を判定する方法やその基準は示されていない。

表 2 神戸市流入断面ピーク時車両

	道路断面	距離		車線数	ピーク時	平均	リンク	リンク	1 km
		L	W		交通量	運行速度	当たり瞬間台数	当たり駐車長さ	当たり駐車長さ
		m	m		台/h	km/h	台	m	Km
		L	W		N _p	V _p	Q	L'	R
1	国道2号芦屋市打出春日町上り	2400	7.5	2	1189	16.1	177	2132	0.89
	国道2号芦屋市打出春日町下り	2400	7.5	2	1510	16.1	225	2503	1.04
2	国道43号芦屋市精道町上り	2100	13	4	3191	22.7	295	3593	1.71
	国道43号芦屋市精道町下り	2100	13	4	2306	22.7	213	2803	1.33
3	県道101号神戸六甲線灘区六甲山町南六甲上	4800	3	1	81	16.3	24	240	0.05
	県道101号神戸六甲線灘区六甲山町南六甲下	4800	3	1	325	16.3	96	797	0.17
4	国道428号兵庫区平野町天王谷上り	2900	4.1	1	1036	22.9	131	1131	0.39
	国道428号兵庫区平野町天王谷下り	2900	4.1	1	1148	22.9	145	1238	0.43
5	県道22号神戸三木線須磨区明神町上り	2400	3	1	355	16.3	52	673	0.28
	県道22号神戸三木線須磨区明神町下り	2400	3	1	726	16.3	107	1088	0.45
6	県道65号神戸加古川線路須磨区離宮西町上	900	7.5	2	1331	24.0	50	482	0.54
	県道65号神戸加古川線路須磨区離宮西町下	900	7.5	2	1865	24.0	70	645	0.72
7	県道21号神戸明石線須磨区高倉町上り	4700	4.25	1	638	12.1	248	2395	0.51
	県道21号神戸明石線須磨区高倉町下り	4700	4.25	1	946	12.1	367	3315	0.71
8	国道2号垂水区泉ヶ丘上り	2700	4.25	1	877	34.5	69	737	0.27
	国道2号垂水区泉ヶ丘下り	2700	4.25	1	888	34.5	69	744	0.28

第 2 に防災計画には時間的な変化に対応する視点 が欠如していることである。震災活動に必要な物資、人員等は時系列的に変化してくるのは明らかであるにもかかわらず、現況の防災計画には、このような時間経過に即した必要人員、物資の重要度に関する視点がない。

第 3 の問題は、緊急輸送の定義に関する問題である。震災時の交通計画においては、「緊急輸送路の確保」という用語が、どの防災計画にも用いられているが、緊急輸送の定義は明確ではない。災害対策基本法第 76 条 (平成 7 年 9 月改正) 及び、その施行令 32 条においても、災害応急対策を実施するため運転中の車両という定義にとどまっており、具体的な基準は法的にも民間のマニュアルにおいても定まっていない。

5. 緊急時の行動から見た防災交通計画の視点

以上の考察をもとに緊急時の行動から見た防災交通計画の視点を整理する。

(1) 緊急車両の判定

緊急車両と一般車両を区別する客観的かつ公平な基準を設定することは難しい。震災混乱時には、一般車両が極めて重要な役割を果たしている場合もあり、一概には区別しにくい。

(2) 「緊急輸送路の確保」の考え方自体の矛盾点

「緊急輸送路の確保」という言葉には、消防車・救急車等の緊急自動車より早く走行させる意味と、救援物資をより多く運ぶという意味の両方が含まれるが、この2つの内容はむしろ背反的である。この2つの交通は分割して考える必要がある。

(3) 救援物資の空間的配分視点の欠如

非効率な物資配分が行われたことや、集配拠点にはたどり着いても隔々の避難所まで救援物資が届かない場合がみられたことなど、空間的な配分視点が欠如している。

(4) 運搬順序の判定

震災による交通容量の減少下においては、交通に優先順位を設けることが必要性となる。しかし、その優先順位については、今のところ詳しく明記している指針はなく、公平な基準設定が必要である。

(5) 時間によって変化する必要物資の判定

震災後、どの時期に何が一番必要なかを判断する組織がないため、時期を逸した不必要なものが運ばれる可能性が多く、それは渋滞を招く危険性がある。

(6) 一時的来訪者の避難対策の不明記

今回の震災が早朝に起こったため、この問題はクローズアップされていないが、大都市には、長距離通勤、出張、買い物、観光などによって相当な数の一時的来訪や時限的来訪者が存在する。これらの人たちを含めた避難対策は具体的には全く欠如している状況にある。

6. おわりに

大きな被害をもたらした阪神・淡路大震災から2年あまりが経過し、様々な方面から防災対策や計画の提言が行われてきている。しかし、従来の地域防災計画は単なる応援連絡体制の規定や避難施設、必要物資量の記述にとどまっており、都市活動の分布や移動に対する視点が欠如している。都市においては人や物は時々刻々と移動し、また季節や時刻によってその空間的分布や集中度は大きく異なっており、従来の地域防災計画はこうした状況に対応するように基本的な視点を変更する必要がある。

<参考文献>

- 1) 東京都地域防災計画：震災編（平成4年修正）、東京都防災会議、1995.7
- 2) 高槻市地域防災計画、高槻市防災会議、1992.3
- 3) 警戒宣言に伴う対応措置：東京都地域防災計画（震災編）付編、東京都防災会議、1980.12
- 4) 京都市地域防災計画（平成6年修正）、京都市防災会議、1994.6
- 5) 京都市地域防災計画：震災対策編、京都市防災会議、1993.6
- 6) 防災基本計画、中央防災会議、1997.6
- 7) 災害と人間行動、東京大学新聞研究所、1982.4
- 8) 堀内三郎：シミュレーションによる大震災時の一斉避難計画に関する研究、京都市防災会議、1979.6
- 9) 大規模災害等の緊急時輸送対策に関する調査研究報告書、(財) 運輸経済研究センター、1983.3、1984.3、1985.3、1986.3
- 10) 神戸市地域防災計画 平成6年度地震対策編、神戸市防災会議、1994
- 11) 中川 大：震災緊急対応時の交通問題、自然災害科学、阪神・淡路大震災緊急対応特集号、自然災害学会、1995
- 12) 中川 大：地震直後の交通渋滞と防災交通計画 交通工学 1995 増刊号 Vol.30、阪神・淡路大震災と交通特集号、交通工学研究会、1995.10