

航空写真を用いた阪神・淡路大震災直後の自動車交通の実態分析*

*Analysis of Traffic Situation in Disaster Area after the Great Hanshin-Awaji Earthquake by Using Aerial Photos**

浦中邦彰**, 小谷通泰***, 三鈺孝政****

by Kuniaki URANAKA**, Michiyasu ODANI*** and Takamasa Sanko****

1. はじめに

1995年1月17日早朝に発生した阪神・淡路大震災では、都市間ならびに都市内幹線道路が大きな被害を受けただけでなく、地区内道路でも家屋の倒壊や火災等により、道路の損傷や閉塞が数多く生じた。また、交通管制センターや車両感知器の機能停止のため、道路の被害状況の把握、迅速な交通規制の実施は困難であった。その結果、通行可能な限られた道路区間に大量の自動車交通が集中し、直後に大渋滞を発生させた。そうした渋滞は、緊急・救援車両の通行に支障をきたしたのをはじめ、直後の市民生活にも多大な影響を及ぼした。このような災害発生直後における道路の被害状況や利用状況を把握することは、今後の道路整備や災害時の交通管理策を考えていく上で、きわめて重要であるといえる。

しかし、当時の交通実態については、交通管制センターが麻痺していたこともあって、その全体像を客観的に把握することは困難である。そこで、従来から当時の航空写真をもとに道路交通の実態を把握する調査研究が行われている。まず、道路の被害状況については、家田ら¹⁾が神戸市・芦屋市における7地区、塚口ら²⁾が神戸市灘区六甲道地区、小谷ら^{3)~5)}が神戸市東灘区東部地域を、それぞれ対象として調査研究を行っている。また、交通流動の実態についても、塚口ら⁶⁾が神戸市の臨海部で、発災翌日と3日後における幹線道路を対象として交通量の推定を行っている。しかしながら、これらの研究では臨海部全域を対象とした広域的な道路の被害状況が明らかにされていないこと、またこうした道路被害状況の走行車両への影響については一部把握されているものの、路上駐車車両の走行車両への影響は考慮されていないなどの課題が残されている。

そこで本研究では、発災当日と翌日に撮影された航空写真を用いて、神戸市臨海部の既成市街地を対象として道路機能障害や自動車交通の実態を明らかにし、地区道路や幹線道路における機能障害が自動車交通に及ぼす影響を分析することを目的としている。具体的にはまず、車両の通行可否による道路の閉塞状況や、走行車両と駐車車両に分けて、自動車交通の実態を明らかにする。次

に、駐車車両の発生による交通流への影響を検討するとともに、走行車両密度と空間平均速度から、対象地域内の代表的な断面における当時の通過交通量を推定する。

2. 調査対象地域と使用データの概要

(1) 調査対象地域

調査対象とした地域は、航空写真によってカバーされている神戸市臨海部の既成市街地であり、南北をそれぞれ大阪湾と六甲山に挟まれている。図-1は、対象地域と地域内の道路網を図示したものである。東端は隣接する芦屋市との市境付近（一部芦屋市を含む）、西端は兵庫区の国道428号線までで、その間に東灘区・灘区・中央区が含まれている。この地域にはわが国の東西交通の幹線が集中している上、国際港湾である神戸港発着の交通も多く、東西方向では震災前に国道2号線・国道43号線・阪神高速神戸線、湾岸線を合わせた主要幹線道路に、1日約25万台の自動車の通行量があった。また、対象地域の北部に位置する六甲山背山部とは国道428号線・新神戸トンネル・六甲トンネルなどで結ばれているが、アクセス路は限られている。

対象地域の面積は約2,200haであり、道路総延長は約643km、1haあたりの道路延長は294mとなる。対象道路網を構成するリンク数は13,905、ノード数は10,460である。図-2は、それぞれの幅員の道路延長構成比を示したものである。これによると、幅員8m未満の道路が総延長の約70%を占めており、また、4m未満の狭幅員道路が約25%を占めている。

(2) 使用データ

本研究で使用したデータについて、以下に示す。

a) 航空写真

道路閉塞や車両の読み取りには、発災直後2日分の航空写真（国際航業㈱撮影による）を用いた。使用した写真の概要は以下の通りである。

- ・1995年1月17日：13～14時頃撮影、
合計43枚、撮影間隔 7～20秒
- ・1995年1月18日：14～15時頃撮影、38枚
合計38枚、撮影間隔 12～22秒

なお、実際の撮影間隔は概ね10秒以内であるが、必要最低限重なり合うように、ほぼ1枚おきに写真を選んだ。そして、これらの航空写真を2倍に引き伸ばした上で

* キーワード 航空写真、自動車交通実態、阪神・淡路大震災

** 学生員 工修 神戸商船大学大学院

*** 正会員 工博 神戸商船大学 教授 輸送システム工学講座

(〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1 Tel.078-431-6260)

**** KMT セミコンダクター㈱

(1/5,000 程度の縮尺)、以下の項目について、交差点間を 1 リンクとする道路区間ごとにデータを読み取った。ただし、高架道路の直下の道路などは、航空写真からの読み取りが一部不可能であった。

- ・ 道路の閉塞状況（車両の通行可否による）
- ・ 走行車両台数（方向別、貨物車・一般車別、幹線・細街路別）
- ・ 路上の駐車車両台数（方向別、貨物車・一般車別、幹線・細街路別）
- ・ 避難場所における駐車車両台数

なお道路の区分は、国道や主要県道・市道を中心に、概ね 2 車線以上の道路を「幹線道路」とし、それ以外の道路を「細街路」とした。また走行車両と駐車車両は、主に道路上での位置（主として路側との距離）から判別した。判別が困難な場合には、連続した写真で移動しているか否かにより判定した。避難場所は、住民の多くが避難した学校の校庭、公園などの空地とした。

b) 数値地図

航空写真より読み取ったデータは、地図利用ソフトを用いて、国土地理院発行の 1:2,500 の数値地図上に表示できるようにした。また、この地図は表示以外にデータ入力や、各道路のリンク長・幅員の計算にも用いた。

まず、データ入力の際には、ディスプレイに表示された地図上で、道路リンクを指定することにより、容易に道路リンクの個別番号を特定し、航空写真から読み取った道路区間ごとの情報をスムーズにデータベース化できるようにした。

道路リンク長や道路幅員は、道路の有するきわめて重要な属性である。しかし数値地図では道路のリンク情報

として、座標情報やネットワーク情報は有しているが、これらの情報は付与されていない。そこでリンク長については、数値地図内の道路の座標データからその延長を求めた。また道路幅員については、対象とする道路を挟む街区と街区の間の空間を道路空間とみなし、その間の距離を道路幅員と定義し、道路幅員をディスプレイ上に表示した数値地図で、人間とのインタラクティブな作業により算出できるようにした。以下に計算の手順を述べる。

- ① 計算対象とする道路リンクを画面上で選択する。道路リンクは、複数の直線が繋がりあった折れ線の形をとる。そこで、その道路区間内で最も幅員が小さくなる部分を選択する。
- ② 選択した直線を挟む状態にある街区を選択し、次にそれぞれの街区を構成する直線のうち、対象とする街区直線を画面上で選択する。

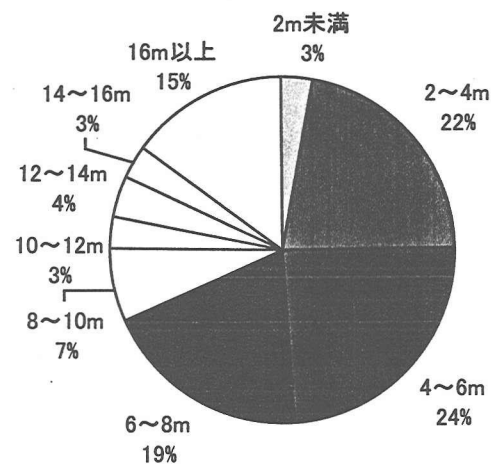


図-2 幅員別の道路延長構成比

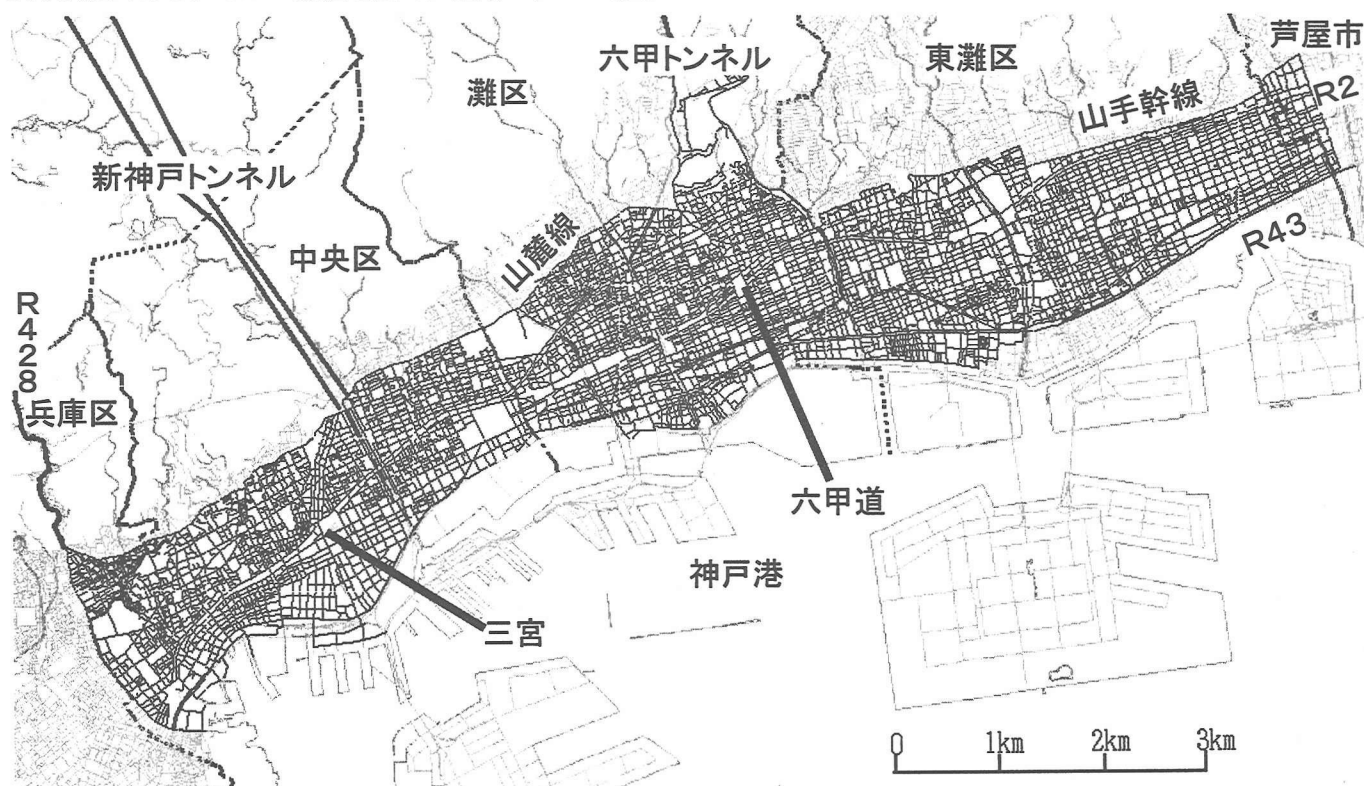


図-1 調査対象地域

③ 選択した道路直線の中点と、各街区直線の始点・終点それぞれを結んで得られる三角形の面積をヘロンの公式により求める。さらに、各街区直線の始点・終点間の距離（底辺長）で三角形の面積を除する。これにより、街区直線を底辺とした場合の高さ、すなわち街区直線から道路直線の中点への距離を得ることができる。得られた2つの距離を加え合わせたものが、その道路区間の幅員となる。

3. 道路の閉塞状況

航空写真より判読した結果、閉塞箇所を伴い車両が通行不能となったリンク数は、全 13,905 リンク中 1,356 リンクとなっており、全体の 9.8%を占めている。

図-3 は、閉塞の発生した道路リンクの分布を示している。図に示すように、閉塞区間は対象地域の中央部から東部に位置する灘区と東灘区の、山手幹線以南の地域で集中してみられ、それより西側ではあまり発生していない。閉塞の主要な要因は家屋の倒壊であるが、これらの地域は木造家屋が密集していたため、閉塞箇所の発生が著しい。

また図-4 は、幹線道路における支障箇所の分布を示している。これによると、JR 六甲道駅の南側で建物倒壊による支障が目立つほか、橋梁部で路面段差が多く発生している。橋桁の落下は対象地域の南側に集中しており、阪神高速や阪神電鉄での橋桁落下が多かった。その他の支障は、火事による通行止めや擁壁（護岸）崩壊などであった。

次に図-5 は、道路幅員別の通行不能リンク長比率を示したものである。ここで一部支障とは、多車線道路など

で、一部被害があり通行に支障があるものの通行は可能であったリンクをさす。これによると、幅員 8m を境に被害状況に差があり、総延長の約 7 割を占める幅員 8m 未満の道路において、通行不能リンク長比率が 10%を超えており、これらの道路で被害が最も集中していた。

そして幅員 12m 以上の道路ではほとんど閉塞がみられなくなる。さらに、幅員 16m 以上の道路での閉塞は、鉄道橋の道路上への落下や高架道路の倒壊などにより発生

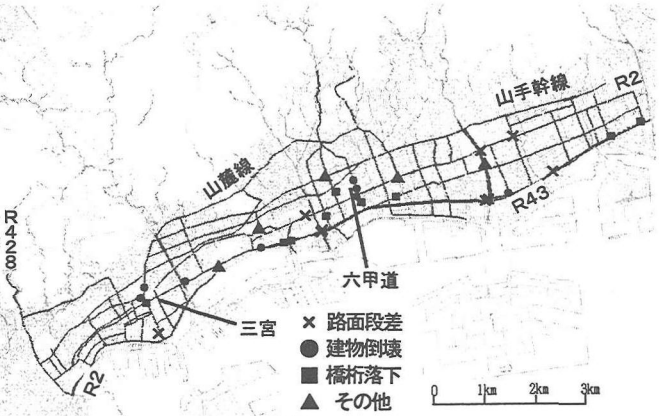


図-4 幹線道路の支障箇所

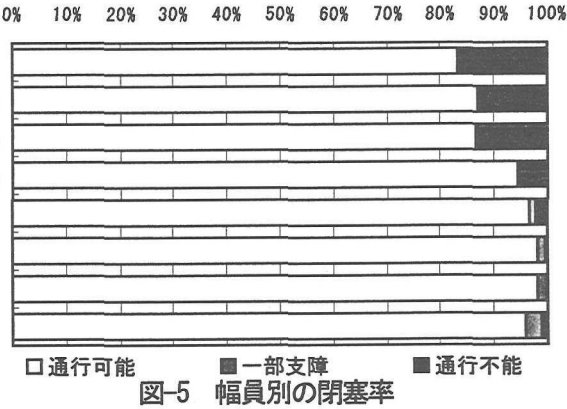


図-5 幅員別の閉塞率

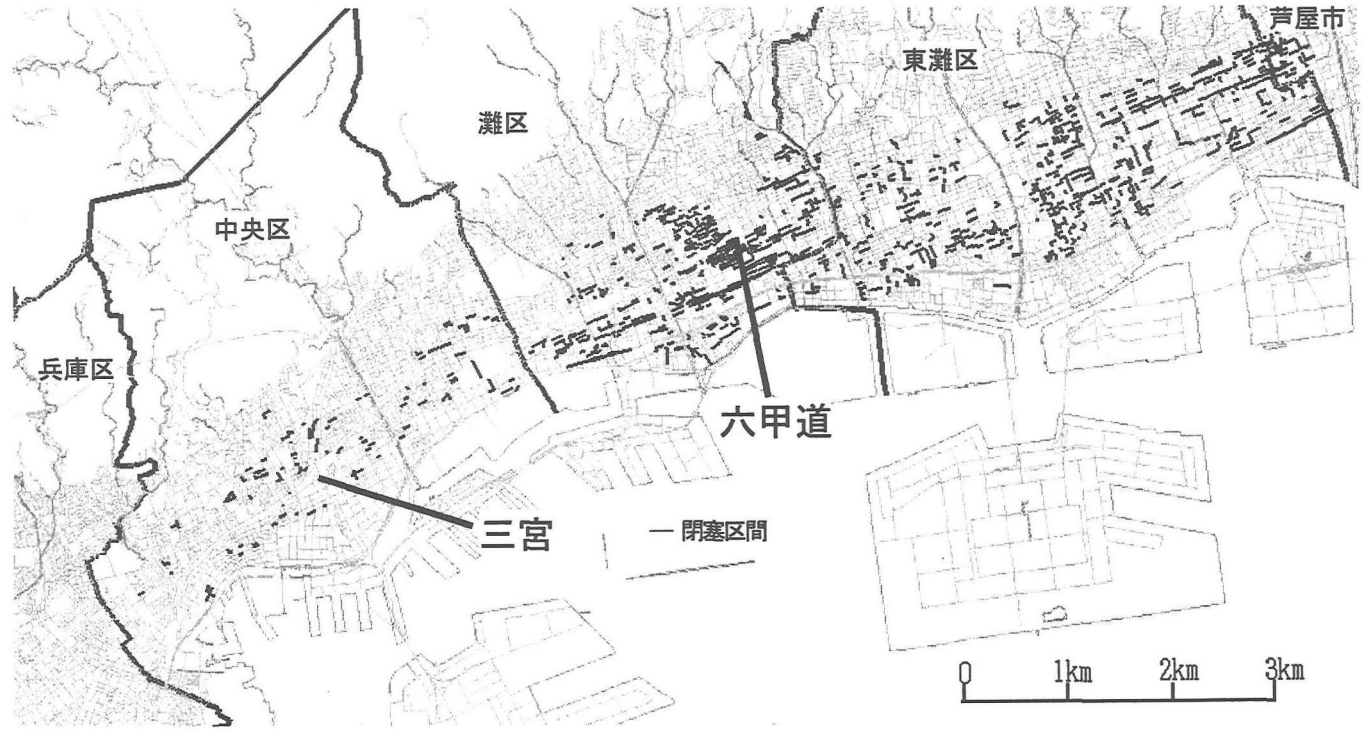


図-3 道路閉塞の分布

したものであり、他の幅員の道路での閉塞と比べて特異なケースが多い。

4. 自動車交通の実態解析

(1) 走行車両の実態解析⁷⁾

a) 総走行車両台数

表-1 は、17 日、18 日のそれぞれについて、対象地域の道路上に存在した走行車両台数を方向・道路の種類別に示したものである。

まず、日別に台数を比較すると、総走行台数では 17 日の 11,319 台から、18 日の 8,666 台へと 23% 減少している。ただし、貨物車の走行台数は 17 日の 1,062 台から 18 日の 1,505 台へと 42% 増加している。とりわけ、西行の貨物車は 128 台から 529 台と 4 倍以上に増加しており、被災地へ向けての救援物資輸送が活発化していたことが推測できる。

次に方向別に比較してみると、東西方向を走行する車両が 17 日、18 日それぞれ 74.9%、76.3%と、全体の約 3/4 を占めている。また、東行と西行を比較すると、両日とも東行が西行より 2.7 から 2.3 倍多くなっている。これに対して、南行と北行では両日ともほとんど差はみられない。

また、幹線と細街路を比較すると、幹線を走行していた車両は 17 日、18 日それぞれ 88%、84%であり、大半の走行車両が幹線を通行し、細街路では道路閉塞などのため走行車両はほとんどみられない。

b) 走行車両の分布

図-6 a), b)は、1 月 17 日・18 日の東行・北行の走行車両の分布をそれぞれ示したものである。図中では、道路リンクごとの走行台数をその区間長で除して得られた台数(台数/km)を太さで示している。これによると東行では、両日とも対象地域中東部の幹線ネットワーク上で広範囲に集中していることがわかる。さらに、北行では、両日とも国道 428 号線で、被災地外への避難とみられる車両が集中している。

一方、図-7 a), b)は、1 月 17 日・18 日の西行・南行の走行車両の分布をそれぞれ示したものである。西行は、東行に比べて走行車両台数は圧倒的に少なく、車両が集中している箇所も断続的にみられるが、その区間長は短い。また南行では、17 日に国道 428 号線で、流入車両が集中しているほか、両日ともに、東行での車両集中の影響を受け、混雑している区間がみられる。

以上の方向別の状況をまとめ、主たる交通の流れを日別に示したものが、図-8 a), b)である。

これによると、まず 17 日については、国道 2 号線を対象地域の東端である神戸・芦屋市境からの混雑(渋滞の先頭は、これより先にある)が、国道 2 号線と国道 43 号線の分岐点にある岩屋高架橋の倒壊地点(※1)を経て三宮付近まで及んでいる。そしてこの混雑は、国道 2 号

表-1 走行車両台数

		17 日			18 日		
		幹線	細街路	全体	幹線	細街路	全体
東西方向	東行	5764	440	6204	4230	396	4626
		(772)	(15)	(787)	(799)	(17)	(816)
	西行	2062	215	2277	1710	279	1989
		(119)	(9)	(128)	(508)	(21)	(529)
	東西合計	7826	655	8481	5940	675	6615
南北方向	南行	1114	382	1496	661	368	1029
		(41)	(5)	(46)	(64)	(22)	(86)
	北行	1014	328	1342	702	320	1022
		(91)	(10)	(101)	(52)	(22)	(74)
	南北合計	2128	710	2838	1363	688	2051
	合計	9954	1365	11319	7303	1363	8666
		(1023)	(39)	(1062)	(1423)	(82)	(1505)

注：() 内は貨物車台数で内数である

線と交差する南北方向の道路にも波及している。また山手幹線では、石屋川を渡る橋梁のアプローチ部(※2)で段差が発生したために、その付近を先頭に渋滞がみられ、その影響が山手幹線に合流する山麓線等にも及んでいる。しかし三宮より西側の地域では、国道 428 号線での混雑のほかにあまり混雑していない。

18 日は、17 日と同様に、国道 2 号線で神戸・芦屋市境からの車両集中がみられるが、その延長は短くなっている。しかし、山手幹線への影響が大きくなっており、国道 2 号線との合流部を先頭に、混雑区間が長くなっている(※3)。また、倒壊した岩屋高架橋付近(※1)や山手幹線石屋川橋梁付近(※2)を先頭として、17 日よりやや緩和されているものの混雑がみられる。さらに、山手幹線加納町 3 丁目交差点(※4)での通行が困難となっていたため、その手前から山麓線へ迂回する車両が混雑している。

また、両日とも阪神高速の橋桁落下や高架橋倒壊のため

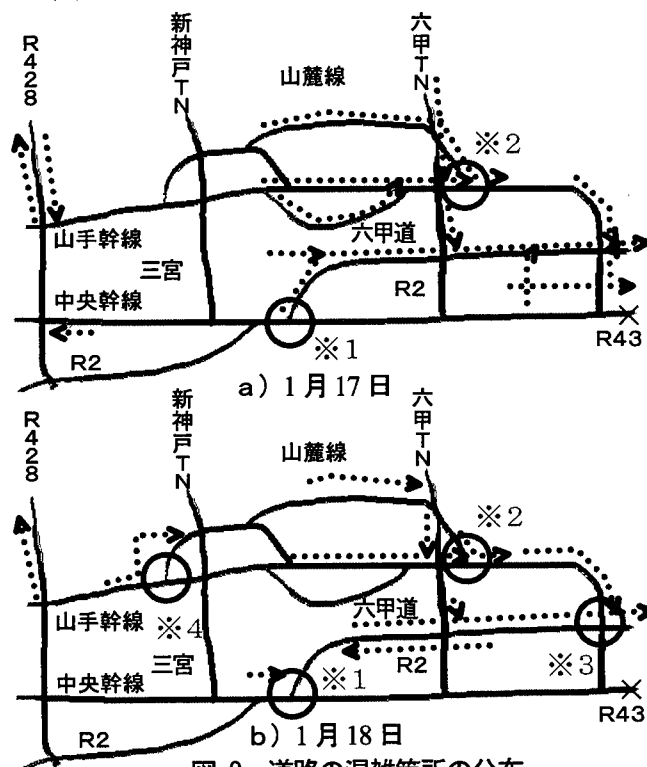


図-8 道路の混雑箇所の分布

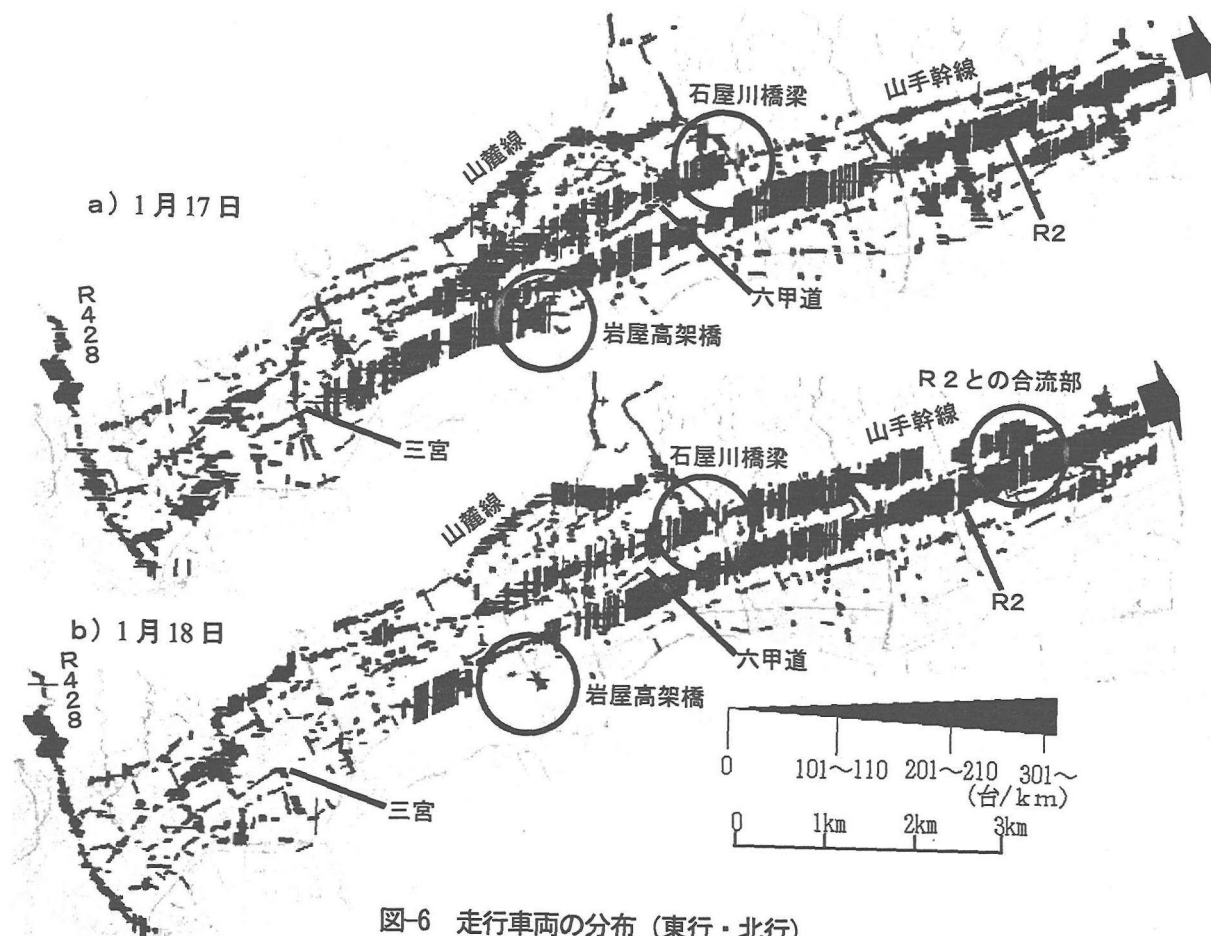


図-6 走行車両の分布 (東行・北行)

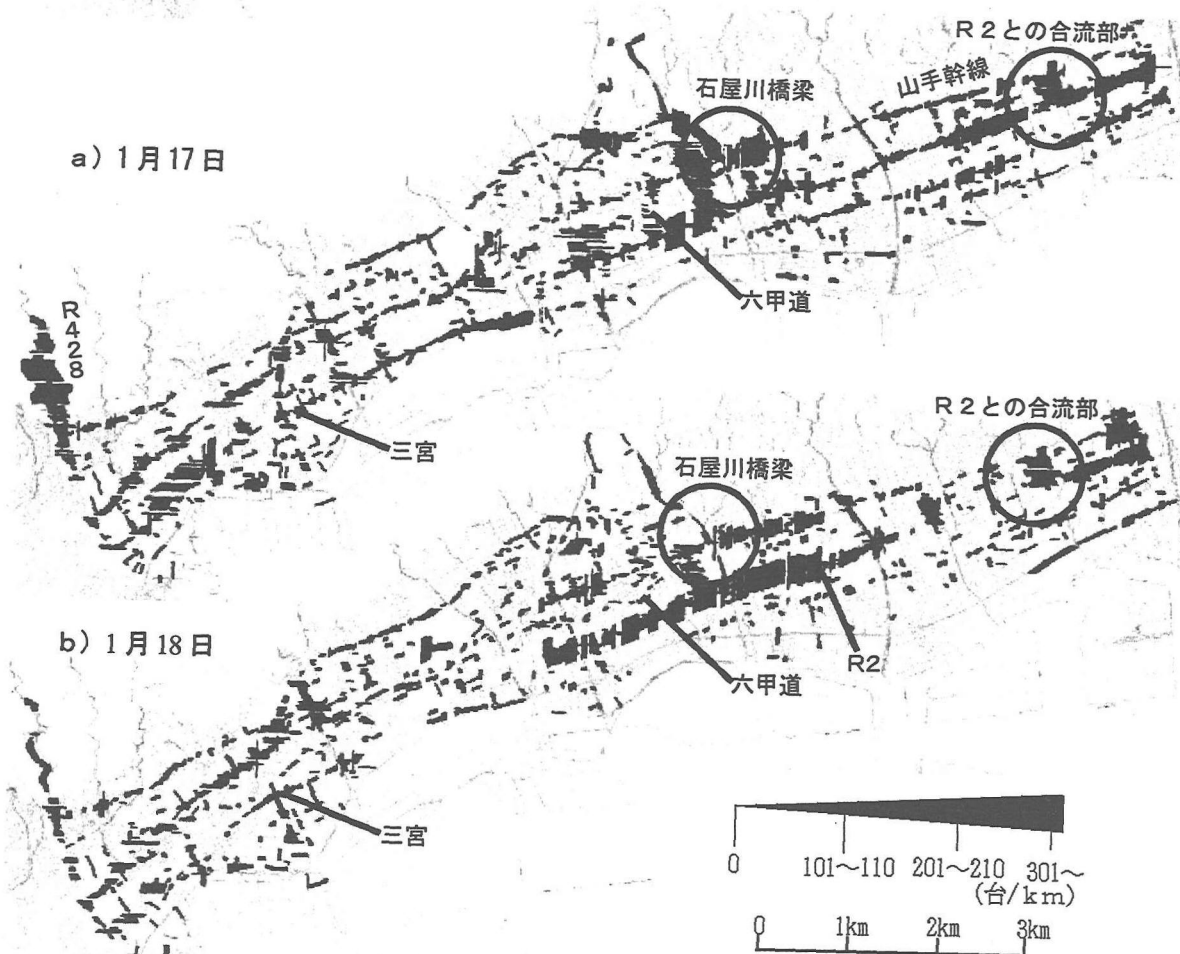


図-7 走行車両の分布 (西行・南行)

に、全線にわたっての通行が困難であった国道 43 号線へ至る南北方向の交通には混雑はみられない。

(2) 駐車車両の実態解析

a) 総駐車車両台数

表-2 は、対象地域の道路上に存在した駐車車両台数を方向・道路種類別に、さらに被災者が避難した避難場所での台数を示したものである。

まず 17 日、18 日の路上駐車車両の総数はそれぞれ 16,261 台（うち貨物車 435 台）、16,978 台（うち貨物車 914 台）であり、総台数ではあまり変化がないものの、貨物車は翌日に倍以上に増加している。

次に方向別に比較してみると、東行と西行、南行と北

表-2 駐車車両台数

		17 日			18 日		
		幹線	細街路	全体	幹線	細街路	全体
路上	東行	2052	2880	4932	1937	2941	4878
		(68)	(73)	(141)	(146)	(144)	(290)
	西行	1939	2436	4375	1891	2548	4439
		(117)	(50)	(167)	(181)	(100)	(281)
	南行	1224	2356	3580	1411	2473	3884
		(22)	(33)	(55)	(65)	(86)	(151)
上	北行	1424	1924	3374	1581	2196	3777
		(46)	(26)	(72)	(102)	(90)	(192)
	合計	6489	9772	16261	6623	10355	16978
		(250)	(185)	(435)	(476)	(438)	(914)
避難場所		812 [46ヶ所]			3671 [77ヶ所]		
		(10)			(69)		

注：（ ）内は貨物車台数で内数である

行のいずれの場合も、ほぼ方向にかかわらず同程度の駐車車両がみられる。

さらに、幹線と細街路を比べてみると、両日とも細街路に駐車した車両が全体の約 6 割を占めており、総台数では幹線を上回っている。

また避難場所では、17 日には 46 ヶ所、812 台の駐車が見られたが、18 日には 77 ヶ所、3,671 台と 4 倍以上に増加している。このことから、多くの被災者が翌日になって避難場所へ車を移動させていることがわかる。

b) 駐車車両の分布

図-9 a) , b) は、1 月 17 日の幹線と細街路での駐車車両の分布をそれぞれ示したものである。図中では道

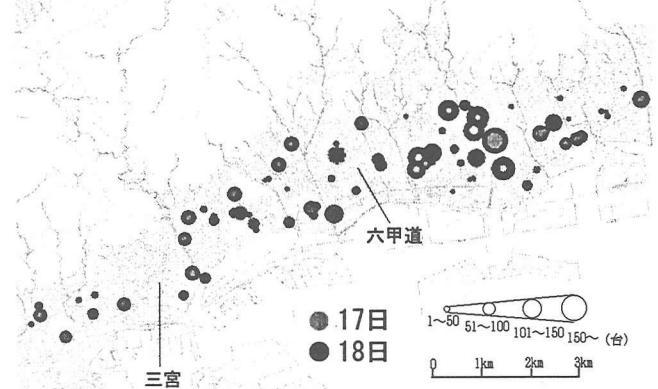


図-10 避難場所での駐車車両の分布

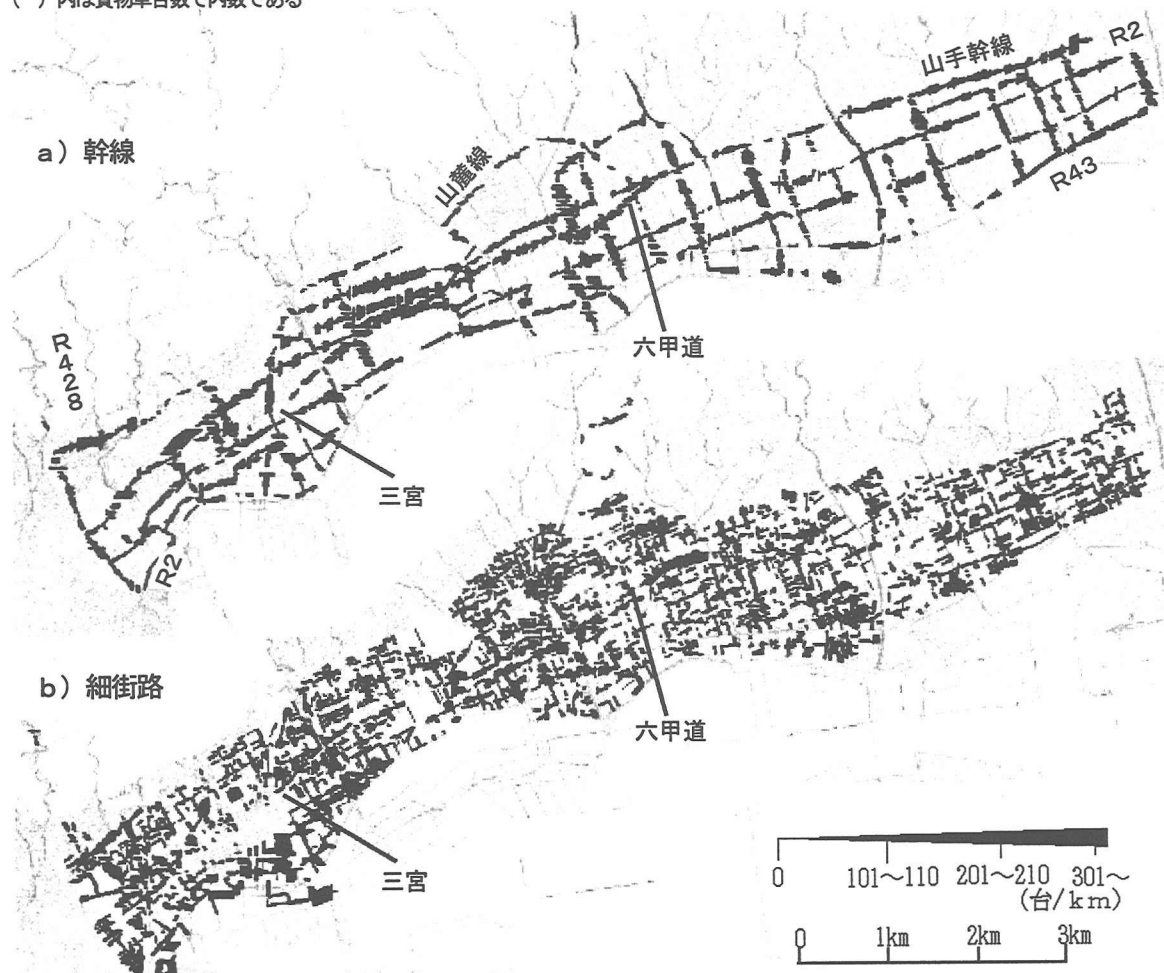


図-9 駐車車両の分布 (1 月 17 日)

路リンクごとの駐車車両台数をその区間長で除して得られた台数(台数/km)を太さで示している。幹線では、道路の方向に関係なく、ほぼすべての道路上で駐車車両がみられる。また、総駐車台数の約 6 割が存在した細街路では、道路が閉塞していた区間では、駐車車両は比較的少ないものの、その他の区間では、ほぼ対象地域全域にわたって分布している。

次に、図-10 は避難場所別の駐車台数を日別に円の大きさを示したものである。図に示すように、対象地域の東部で箇所数・台数ともに多く、17 日より 18 日の駐車台数が多い箇所が大半を占めている。そして、18 日に初めて駐車を確認された箇所は 37 箇所であるが、逆に 17 日には駐車を確認されているが 18 日に確認されなかった箇所も 6 箇所(うち学校校庭 3 箇所、公園 2 箇所、グラウンド 1 箇所)みられる。一方当時の避難所の記録等によれば、住民の避難スペースを確保するために車の持ち込みを禁止した避難所もみられ、これら 6 箇所でもそうした措置がとられたと考えられる。避難場所への車の持ち込みの是非については今後検討すべき課題である。

5. 路上駐車車両の交通流への影響⁸⁾

(1) 道路幅員別の駐車車両の分布

図-11 は、道路幅員別に、駐車車両の有無と道路閉塞の有無を組み合わせ、各パターンの道路延長構成比を日別に示したものである。これによると、幅員の増大にともない、駐車車両の存在したリンク延長(平均リンク長は 46.3m)の比率が大きくなっている。また、閉塞によって車の通行が不可能であったリンクに加えて、少なくとも幅員 4m 未満の狭小幅員道路では、駐車車両が存在した場合には大型の緊急車両等の通行は困難または不可能となる。その結果、閉塞の有無のみで算出した通行不能リンク長比率よりも、幅員 2m 未満の道路では最大約 5%、幅員 2~4m の道路では約 9%、通行不能リンク長比率は増大すると考えられる。このように路上駐車車両は特に狭小幅員の道路で、車両の通行を妨げる要因となっていることが伺える。

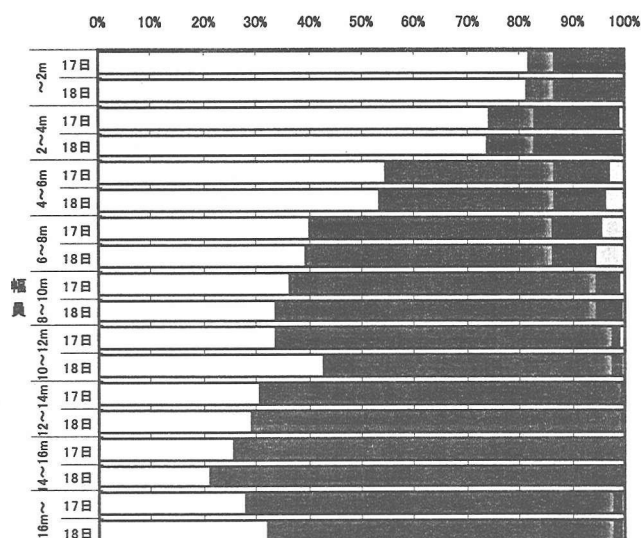
(2) 走行車両密度と駐車車両密度

2 車線道路(片側 1 車線、幅員 16~20 m)で、走行車両か駐車車両のいずれかが存在した道路リンクを対象に、走行車両密度と駐車車両密度の関係を調べた。図-12 は、17 日の走行車両密度(1 車線あたり)別に、駐車車両密度の高い道路リンクを 10 本抽出し、プロットしたものである。円の大きさは、その値を示したリンク数を表している。これによると、走行車両密度と駐車車両密度の合計値には、ある一定の限界値(走行車両密度+駐車車両密度 $\leq$ 一定値)があることが推測できる。この限界値は走行車両、駐車車両にかかわらず、道路上に物理的に存在しうる最大車両数によって規定されると考えられる。このこ

とから、限界値近くでは、駐車車両の発生により、走行車両密度は低減しており、交通容量を低下させていることがわかる。

(3) 避難場所からの距離別の路上駐車車両密度

4. (2) で示したように、避難場所における駐車車両は、



□ 駐車・閉塞なし ■ 駐車のみあり ■ 閉塞のみあり ■ 駐車・閉塞あり

図-11 幅員別にみた路上駐車と道路閉塞の有無

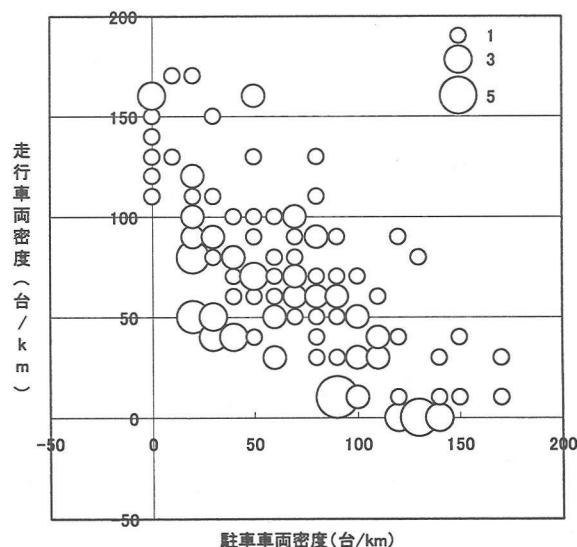


図-12 走行車両密度と駐車車両密度の関係

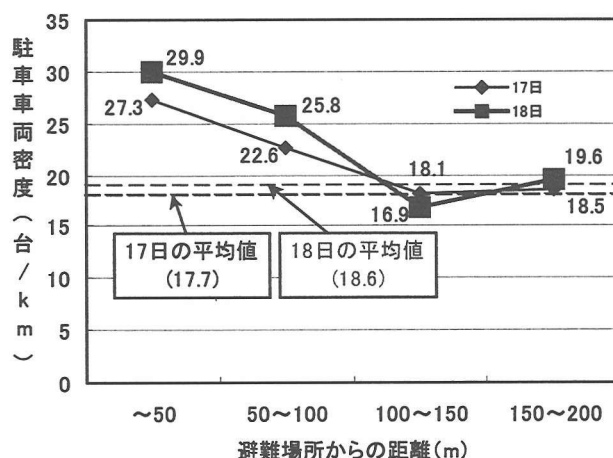


図-13 避難場所からの距離と駐車車両密度の関係

18日に大きく増加した。そこで、避難場所周辺の細街路での駐車車両密度の比較を行った。図-13は、避難場所の中心からの距離帯ごとに、各リンクにおける駐車車両密度の平均値を日別に示したものである。

これによると、両日とも避難場所からの距離が100m未満の道路では、全体の平均駐車車両密度よりも大きな値を示し、距離が100m以上になると平均駐車車両密度と同程度になっている。また、距離帯間で平均駐車密度に差があるかどうか検定したところ、17日は差がなかったが、18日は100m未満と100m以上との間で有意な差（有意水準5%）がみられた。このように避難場所周辺には、駐車車両が集まりやすい傾向があることがわかる。

6. 幹線道路ネットワーク上での交通量の試算

被災地内には、東西方向の幹線が集中しているが、これらの道路では著しい道路機能障害が発生したために発災直後は大渋滞を招いた。しかしながら発災直後は交通管制センターが完全に機能を停止していたために、当時の定量的な交通状況の記録は全く残されていない。そこで、東西方向の幹線における当時の交通状況の概略を把握するために、道路ネットワーク上に8つの断面を設け、各断面付近における1時間あたりの通過交通量を試算した。交通量は、航空写真から読み取った1kmあたりの走行車両台数（交通密度）と、空間平均速度の積により求めた^{9),10)}。

交通量を計算する断面は、対象地域の西端と東端の間

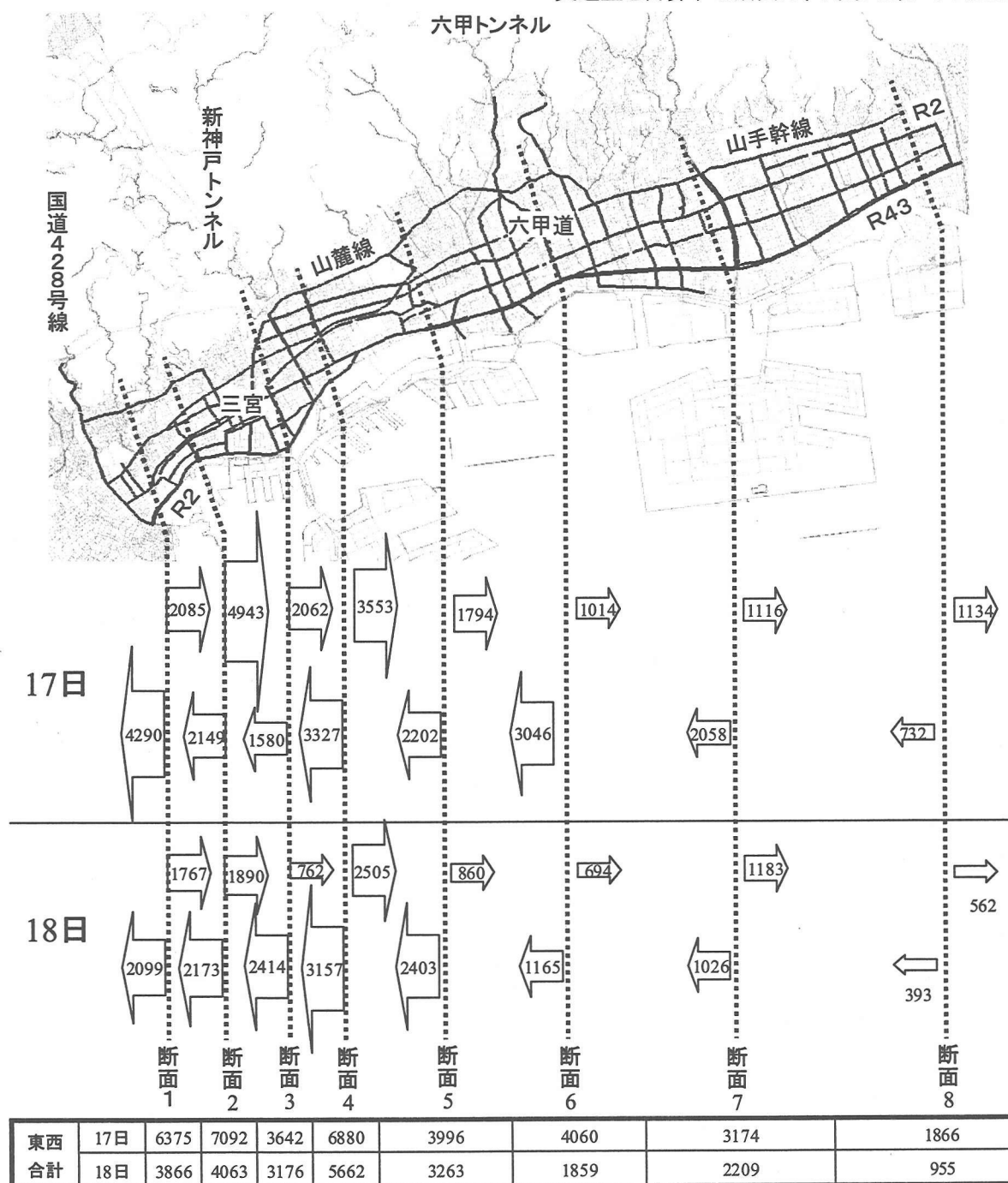


図-14 算出された各断面での交通量

に設けており、その位置は、主として神戸市の北部方面から対象地域への流入・流出経路（国道 428 号線・新神戸トンネル・六甲トンネル）との接続関係を考慮して定めた。さらにネットワーク形状を勘案して、複数の断面を設けた。なお国道 43 号線等の、直上に高架道路がある部分では走行車両が判別できなかったが、現実には高架桁の落下等でほぼ全線にわたっての通行は困難であったため、計測ポイントからは除外することにした。また、空間平均速度は、重複した 2 枚の航空写真から各車両の移動量を測定し、それを写真の撮影時間間隔で割ることにより算出した。

図-14 は、各断面での交通量の計算結果を示したものである。これによると、東行では両日ともに概ね断面 4 と 5 を境として、それより西側では交通密度は低かったが、走行速度が高かったため、交通量は比較的多くなっている。しかしこれとは全く対称的に、その東側では密度は高かったものの、ほとんど車両が停滞状態であったため、交通量は小さな値を示している。また、西行については、全域にわたってある程度の平均速度が確保されていたが、東行の場合と同じように断面 5 と 6 付近で交通量に大きな差がみられる。このように、東行・西行の断面 4 から 6 付近で交通量に大きな差が生じており、それらの断面より東側では道路の支障箇所が多く、断面ごとの通行可能な総車線数も限定されていたため、渋滞が著しかったことが改めて確認できた。

7. おわりに

本研究では、地震発生直後 2 日間に撮影された航空写真を用いて、神戸市臨海部の既成市街地における道路機能障害や自動車交通の実態を明らかにし、地区道路や幹線道路における機能障害が自動車交通に及ぼす影響を分析することを目的とした。

以下に本研究で得られた成果を要約する。

- ①対象地域内の中央部から東部にかけて多くの閉塞が発生し、道路幅員別に閉塞率を求めたところ、幅員 8 m 未満の道路で被害が集中しており、幅員 12 m 以上の道路ではほとんど閉塞はみられなくなる。
- ②走行車両は、両日ともに大半が幹線道路を通行していた。方向別では両日とも約 3/4 の車両が東西方向の道路を通行しており、そのうち約 7 割が東行の車両であった。
- ③道路の混雑は、被災地外へ向かう車両で発生しており、東行の幹線では、国道 2 号線の神戸・芦屋市境付近（ただし渋滞の先頭はこれより先にある）や、道路支障箇所を先頭として、多くの混雑がみられ、その影響が南北方向の道路にも及んでいた。全体の走行台数は 18 日には減少したが、貨物車の台数は増加しており、被災地に向けての救援物資輸送が活発化していた。
- ④路上駐車車両は、方向に関係なく存在し、約 6 割が地区内の細街路での駐車であった。また、両日で総台数に

大きな差はないが、貨物車は 18 日に倍以上に増加していた。

⑤学校校庭や公園などの避難場所への駐車は、箇所数、1 箇所あたりの台数ともに 18 日に大きく増加し、多くの被災者が翌日になって避難場所へ車を移動させていたことがわかった。

⑥路上駐車車両は、道路幅員に概ね比例して多くの道路区間でみられ、狭幅員の道路では道路の閉塞に加えて、自動車の走行阻害要因となっていたことが伺えた。また駐車車両の存在が、交通容量を低下させていることが示された。さらに、避難場所の周辺道路には、駐車車両が集まりやすい傾向があることがわかった。

⑦対象地域内の主たる断面ごとに東西方向の交通量を試算した。これによると、東行では両日とも概ね岩屋高架橋付近の断面を境としてその東側において、道路の支障箇所が多く断面ごとの通行可能な総車線数も限定されていたため、渋滞が著しかったことが改めて確認できた。

以上のように航空写真は、撮影された一時点だけの交通状況を示しているが、本研究で示したように当時の道路機能障害と自動車交通の実態を知ることができ、今後の防災対策を考えていく上でもきわめて貴重な資料となり得ると考える。道路の閉塞状況については、将来的には航空写真から画像処理技術等を用いて閉塞状況を自動判別することができれば、より迅速に被害状況を把握することが可能となろう。また、交通状況についても複数時点の（例えば数時間おきといった間隔で）航空写真を得て、画像処理技術等により走行車両を自動判別することができれば交通流動の時間的な変動を知ることにも十分に可能であると思われる。しかしながら本研究で行った交通量の推定方法は、当然のことながら交通管制センターが機能しておれば不必要であるが、山間部等で車両感知器の存在しない地域や、交通管制センターが故障や災害により機能しなかった場合には有効な方法であると考ええる。

今後の課題としては、以下の点があげられる。

- ①震災前の航空写真などから本研究と同様にして交通状況を求め、それを震災直後の交通状況と比較することによって、震災時特有の交通状況を明らかにしたい。
- ②震災直後に実施したドライバーへのアンケート調査結果等を参考にして、得られた断面交通量から OD 交通量を求めたい。
- ③交通量、沿道条件、道路幅員や避難場所からの距離等を説明変数として駐車車両の発生量を推定するモデルを作成したい。

<参考文献>

- 1) 家田・上西・猪俣・鈴木：阪神大震災における「街路閉塞現象」に着目した道路網の機能障害とその影響，土木学会論文集，pp.69-82，1997.
- 2) 塚口・戸谷・中辻：阪神・淡路大震災における道路閉塞状況に関する研究，IATSS Review，Vol.22，No.2，pp.101-111，1996.
- 3) 小谷・前野・伊藤：震災による地区道路網の閉塞状況に関する分析，第16回交通工学研究発表会論文報告集，pp.89-92，1996.
- 4) 小谷・前野・伊藤・浦中：震災による地区道路被害の実態と地区内交通流動に及ぼす影響の分析，阪神淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp.395-400，1997.
- 5) Odani, M. and Uranaka, K. : road blockage in an area affected by the Great Hanshin-Awaji Earthquake and influence of blockage on traffic flow -the study area: eastern part of Higashinada-ku, Kobe City, Hyogo Prefecture, Japan. , Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.3, No.6, pp.151-164, 1999.
- 6) 塚口・川村・戸谷・中辻：空中写真を用いた発災直後における道路交通状況に関する分析，阪神淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp.259-266，1997.
- 7) 小谷・浦中・三鈺：航空写真を用いた阪神大震災直後の道路交通実態の解析，平成12年度土木学会関西支部年次学術講演概要，IV-83，2000.
- 8) 浦中・小谷・三鈺：航空写真を用いた阪神・淡路大震災直後の路上駐車の実態分析，土木計画学研究・講演集，No.23(2)，pp.291-294，2000.
- 9) 前掲 6)
- 10) 小谷・浦中・三鈺：航空写真を用いた阪神大震災直後の自動車交通の実態分析，第20回交通工学研究発表会論文報告集，pp.77-80，2000.

航空写真を用いた阪神・淡路大震災直後の自動車交通の実態分析*

浦中邦彰**・小谷通泰***・三鈺孝政****

阪神・淡路大震災では、都市間ならびに都市内幹線道路が大きな被害を受けただけでなく、地区内道路でも家屋の倒壊や火災等により、道路の損傷や閉塞が数多く生じた。その結果、通行可能な限られた道路区間に大量の自動車交通が集中したため大渋滞が発生し、緊急・救援車両の通行に支障が生じたのをはじめ、発災直後の市民生活に多大な影響を及ぼした。そこで本研究では、特に被害の大きかった神戸市臨海部の既成市街地を対象に、発災当日と翌日に撮影された航空写真を用いて、道路機能障害や自動車交通の分布実態を明らかにし、地区道路や幹線道路における機能障害が自動車交通に及ぼす影響を分析する。

Analysis of Traffic Situation in Disaster Area after the Great Hanshin-Awaji Earthquake by Using Aerial Photos*

By Kuniaki URANAKA**, Michiyasu ODANI*** and Takamasa SANKO****

In the case of immediately after the Great Hanshin-Awaji Earthquake, not only main roads, but also other minor roads suffered great damage. As a result, a great deal of car traffic centered on the limited road and a huge congestion occurred. This study aims to reveal the distribution of road damages and the traffic situation on road network in the seaside area of Kobe City through the examination of aerial photos, and also analyse the influence of damages to traffic flows on both main and minor roads in the affected area.