

第2章 震災後の運輸と交通

2.1 震災と阪神地区の交通

2.1.1 交通インフラの被害状況

近代都市化社会では、運輸・交通施設無くしては円滑な社会・経済活動が営まれない状況になってきている。本来、ガス・電気・上下水道等の供給処理施設を近代都市生活に必要な不可欠な施設としてライフラインと呼称していたが、最近では、電話・ファックス・コンピュータネットワーク等の通信・情報施設もこれに含めて考えるようになり、さらに、広義に運輸・交通施設をも含めてライフラインと呼称されるようになってきた。ここでは、運輸交通施設が都市の人流と物流生活を支える基盤施設（インフラ・ストラクチャー:Infra-structure）、あるとの意味から交通インフラと呼称する。

さて、被害を受けた交通インフラ施設は、国土交通幹線としての名神・中国自動車道、国道2号、43号、171号、176号等の自動車と山陽新幹線が甚大な被害を受けた。また、地域交通幹線としての阪神高速自動車道、その他の地域幹線自動車道、JR山陽線、阪急、阪神、山陽、神戸高速等の民間鉄道を始め市営地下鉄、六甲及びポートアイランドを結ぶ新交通、さらには、海上物流の拠点である神戸港の壊滅的損傷等あらゆる交通施設が被害を受けた。ここでは道路及び鉄道の被害箇所を図-2.1.1に示す。図-2.1.1に示すように、兵庫県を通過する国土交通幹線が壊滅状態になり日本の東西交通はほぼ完全に遮断された。このことは以下に掲げるように被災地内外に深刻な状況を生み出す結果となった。

①唯一通行可能な国道2号線にあらゆる交通が集中、2号線は麻痺状態となり被災地内の救急・救命活動に重大な支障をきたした。その結果神戸港の麻痺と併せて効率的アクセス手段が無く神戸市は陸の孤島状態に陥った。

②被災地外からの緊急車両が進入出来ず、救援・復旧活動の著しい障害となった。

③日本の陸上の東西物流ルートが遮断され、経済活動に多大の損害をもたらした。

④幹線が遮断されたことによる長距離トリップが迂回路（国道9号等）に集中、交通渋滞を広範囲に波及させると同時に、設計荷重を超える重量車両の通過により健全であった道路にも大きな損傷を与えた。

⑤神戸港の機能停止により、代替港湾（大阪・名古屋・横浜）に重大な混雑を招くと同時に、日本の経済に重大な波及損失を招いた。

⑥鉄道網の遮断により大量の通勤・救援交通機能が停止し道路交通の一層の混乱を招いた。

以下、このような交通インフラの被災が地域・広域にどのような交通現象を引き起こしたかを述べる。

2.1.2 地震前後の道路交通

(1) 地域内幹線交通

図-2.1.2は被災地東部における震災前の主要幹線道路における芦屋川断面交通量（台/日）である。図に示したように、国道2号は38,600台/日、国道43号は84,000台/日、阪神高速神戸線（3号線）は111,900台/日、阪神高速湾岸線は28,000台/日となり、平常時では、この断面で252,800台/日の交通量を処理していたことになる。この断面における総交通容量は323,000台/日であることから、混雑率は0.8であった。一方震災直後には、阪神高速神戸線・湾岸線は被災のため遮断され、同時に国道43号線は阪神高速神戸線高架橋の倒壊等で通行不能になり、国道2号のみが通行可能であった。したがって、国道2号の断面交通容量は48,000台/日であることからこの断面における交通容量は震災前の15%に低下したことになる

（地震直後は舗装の破損、家屋倒壊等の他の障害により、実際は容量はこれより低くなっている）。大阪府方面との交通は地震直後に国道2号に集中し、著しい渋滞を引き起こし、緊急・救命用の車両の通行障害となった。その後、このような事情を鑑み、兵庫県災害警備対策本部は災害対策基本法にのっとり、1月20日より国道2号線は緊急自動車の専用として全面交通規制をしいた。しかし、域内の交差点からの流入が激しく、規制の著しい効果は発揮出来なかった。やがて、国道43号線の不通箇所が復旧され8車線の内、上下2車線づつ計4車線が通行可能になった。43号線の内、上下1車線は鉄道代替バスの臨時運行用の専用レーンとして供与されたので、トラック・乗用車は実質的には1車線しか供与されていなかった。

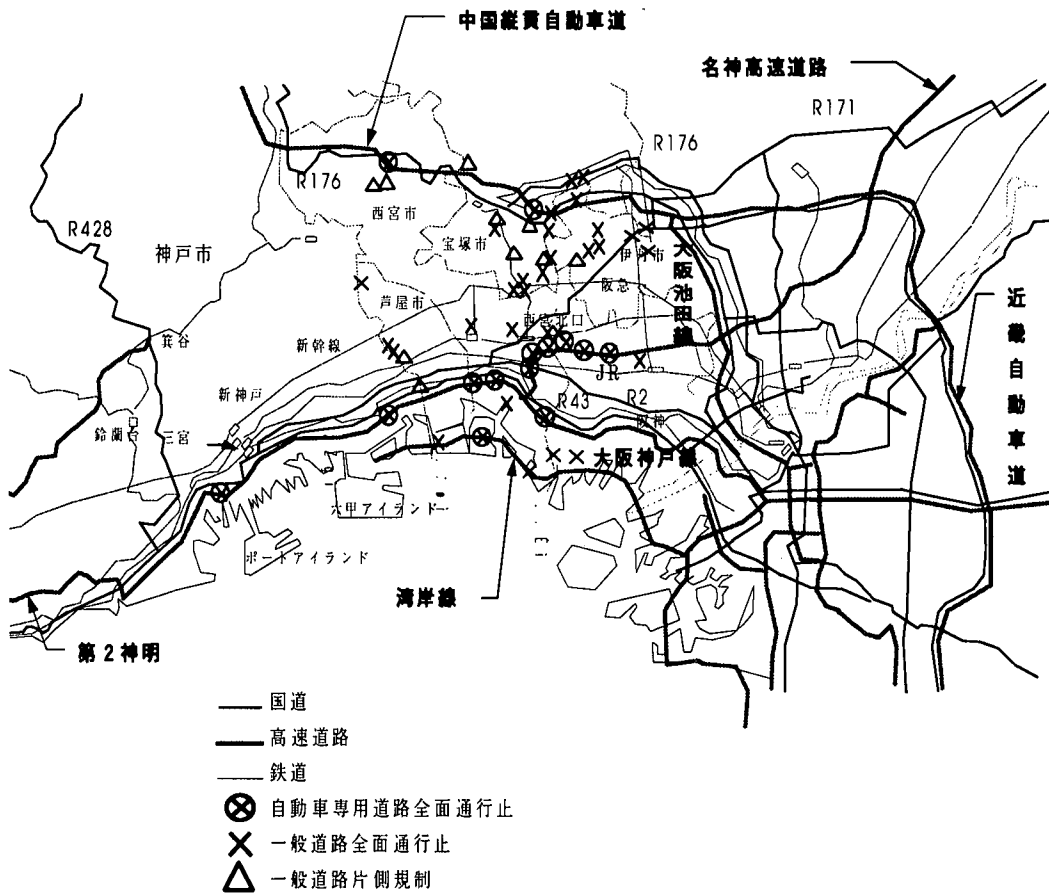


図-2.1.1 主要道路被害

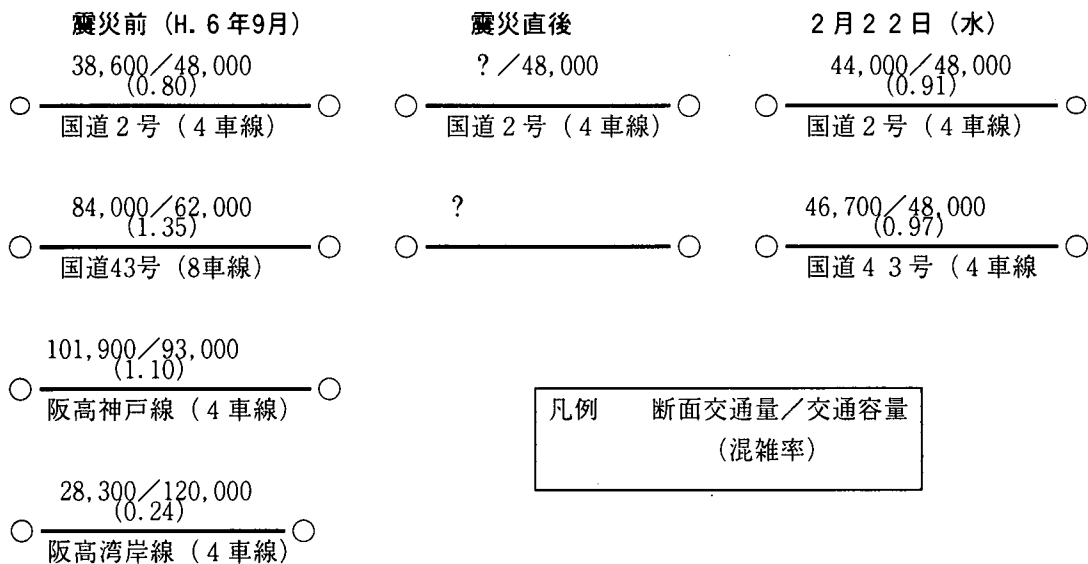


図-2.1.2 地域内主要幹線道路の交通状況 (台/日) (建設省による)

この時点での43号線の交通容量は国道2号と同じ程度と見なしても（実際はこれより低い）、この断面における合計交通容量は震災前の29%にしかない。一方、震災直後の交通量は把握出来ていないが、2月3日（金）以降、近畿各大学の協力で定期的な交通調査を実施した。調査は図-2.1.3に示す地点でビデオ撮影および交通量観測を定期的に行なった。その結果、地震発生1カ月経過後には、救援および復旧関連の交通量が徐々に増加する傾向にあり、同時に鉄道が確保されていない関係もあって、通勤交通も拡大し、著しい渋滞を引き起こしていたことが観測されている。

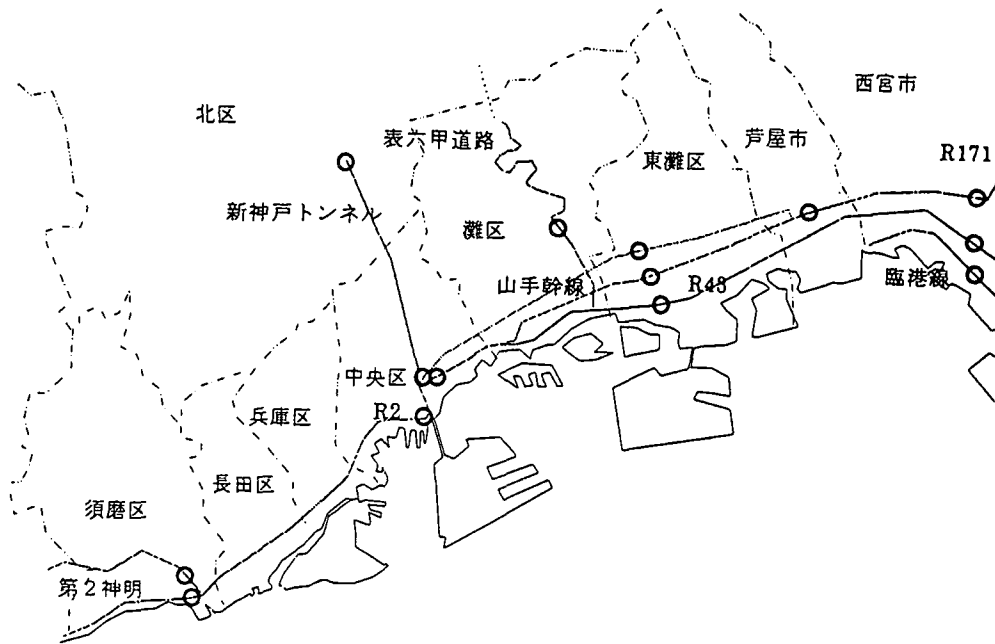


図-2.1.3 交通量調査地点位置図

このような交通渋滞状況による復旧・救援物資輸送への障害を憂慮し2月25日を期して、新たに道路交通法による国道2号線、43号線の交通規制を強め、43号線は復興物資・ガレキ輸送ルート、2号線・第二神明は生活・復興関連物資輸送ルートと定め乗用車の乗り入れ全面規制となった。実際、図-2.1.4及び図-2.1.5に例示するように、2月以降、国道43号（戎前断面）でも交通量は増え続けていたが、新規制が始まって以降の3月1日には交通量が減っている。しかし、国道2号線（須磨水族館前）では交通量は増え続けている。

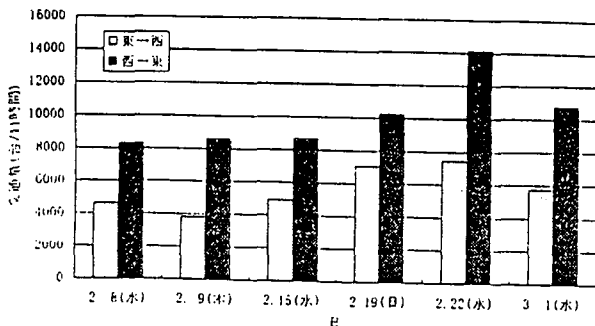


図-2.1.4 国道43号の交通量推移
(戎前：11時間交通)

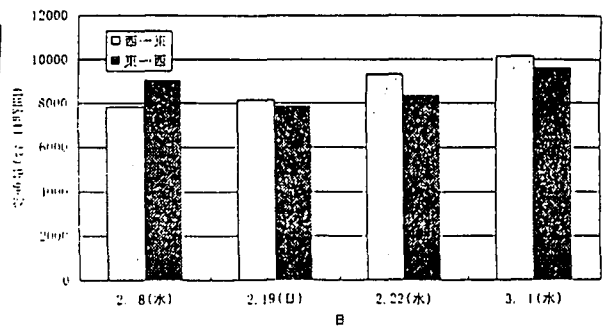


図-2.1.5 国道2号の交通量推移
(須磨水族館前：11時間交通)

このような交通の実体はさらに図-2.1.6、図-2.1.7の時間帯別交通量の内訳を見れば推定できる。すなわち、2月8日には国道2号線、国道43号線、臨港線とも通常見られないバイクの構成比率が高く貴重な交通手段となっていたことがわかる。同時に、規制の無い臨港線は別として、2号線における流出交通量で乗用車の占める比率が極めて高いことから一般乗用車の乗り入れ規制が必ずしも充分でなかったことを裏付けており、市民の協力が得られていなかったことを意味している。反面、神戸方面への流入交通に関しては、規制の効果があり、乗用車の乗り入れは押さえられている。

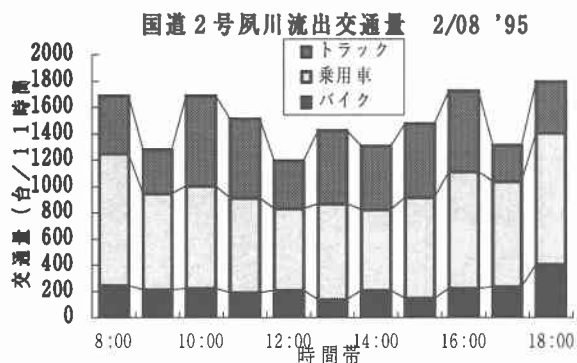


図-2.1.6(a)

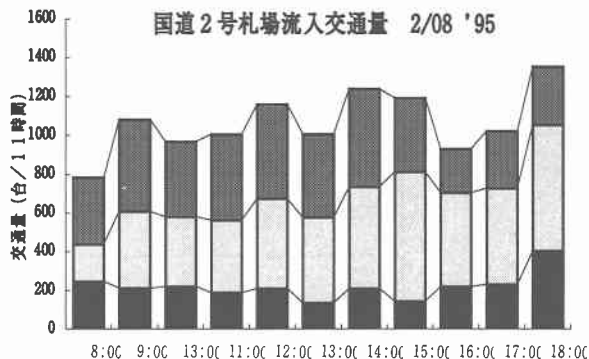


図-2.1.7(a)

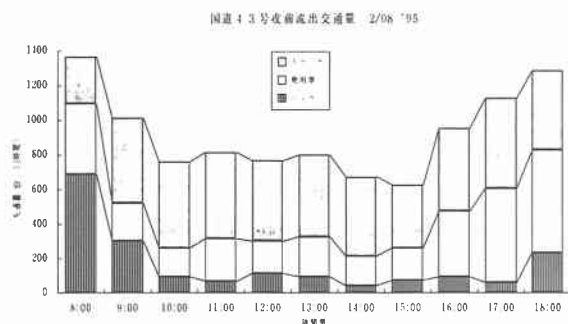


図-2.1.6(b)

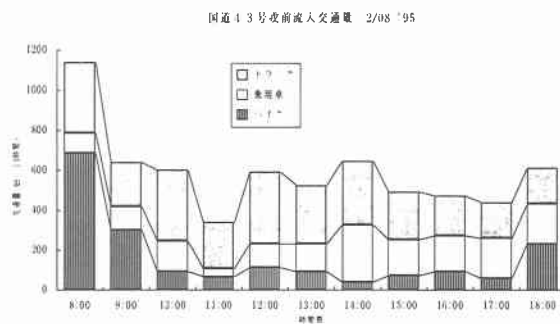


図-2.1.7(b)

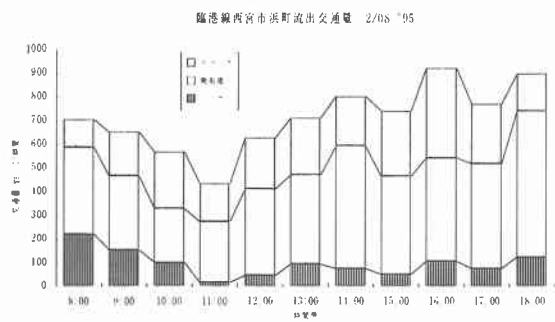


図-2.1.6(c)

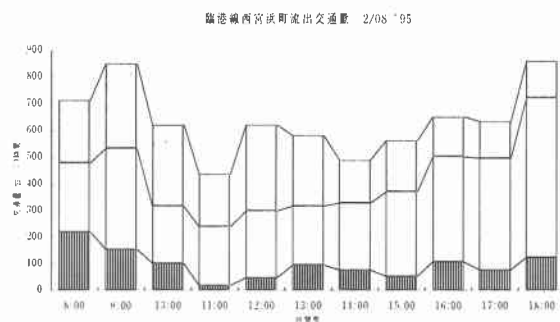


図-2.1.7(c)

図-2.1.6 各断面流出交通量

図-2.1.7 各断面流入交通量

2.1.2 広域幹線道路の交通

東西の広域幹線道路は中国自動車道・南北に近畿自動車道（舞鶴道）であるが、建設省の調査によると震災前後での交通量は大幅に伸びており、日本の東西物流幹線である高速道路が著しい混雑に陥ったことは周知のとおりである。表-2.1.1は建設省の調査による地震前後の中国自動車道と近畿自動車道（舞鶴線）の交通量調査の結果であるが、阪神間を通過する交通量が国道2号線・43号線の交通規制により、中国自動車道に迂回したものと六甲北から迂回して神戸に流出入する車両が増加したものと推測される。

表-2.1.1 国土幹線道路の交通（台/日）

路線	H6.10月	H7.2/22	H7.3/08
中国自動車道 宝塚～池田	76,100 (6車線)	90,300 (4車線)	90,800 (4車線)
舞鶴道 吉川～三田西	13,000	14,100	15,500

以上主として道路交通の実体を中心に現在整理出来たデータを中心に考察したが、ビデオによる観測結果や、鉄道復旧の実体、緊急物資の搬入実体、道路閉鎖による経済的波及の実体等は今後調査・研究を進めて、機会があれば報告する。当面、このような分析から、望ましい交通体系の在り方について以下に纏めておく。

2.1.3 交通体系と管理の望ましい在り方

今回の大震災により多くの犠牲を払って、交通体系の今後の整備方針について重要な教訓を我々は得た。それらについて、思いつくままに列挙する。

- ①日本の国土幹線のネットワークとしての結節信頼性を高める必要がある。このことは、地域内幹線道路網についても同様である。
- ②今回は、未明に発生した地震であり、発振時の交通はまだ本格化していなかったから人的被害は少なくてすんだ。しかし、何時発生するか解らない地震に備えるためには、主要な自動車専用道、鉄道の高架橋や橋梁は極めて粘りのある構造にし、破損しても人的被害を少なく押さえる必要がある。
- ③鉄道路線もネットワーク網を組むか、幹線道路で生き残った鉄道路線区間を代替輸送出来るだけの幹線道路でつなぎトータルの結節信頼性を高める工夫が必要である。
- ④海上輸送を有効に活かせるために、内航輸送の充実（施設・制度）を図る必要がある。同時に、神戸港摩耶耐震強化バースが健全に残って居ることを考えると、各港湾での耐震強化バースの整備を急ぐ必要がある。
- ⑤未だ原因は救命されていないが、地震に強いという地下鉄神話の崩壊に鑑み、既存の地下鉄の再点検と今後の整備に耐震性を考慮する必要があることを示唆している。
- ⑥交通施設被害の状況が管理者に即時に入手出来るセンサー及び情報伝達システムの確立が望まれる。
- ⑦緊急時の道路交通規制の方法を最低机上演習し、被害の状況に併せた効率的規制法を確立する必要がある。

2.1.4 結び

今回の震災は、インフラ施設の設計の考え方のみならず、整備の方針・管理運営の在り方にも及ぶ広範な反省を我々に迫ったように思える。さらに、日本および日本人の戦後の歩みそのものに大きなショックを与えたのではなかろうか？ 今まで信じてきた歩みに大きく待ったをかけられ、振り返るとえも言えず

侘びしく、かといって新しい歩みの方法も未だはっきりとは確信出来ず、実に空虚で不安な心理状態に陥っているように思えてならない。地震が与えたものが単なる施設被害や経済損失だけではなく、地理的に離れた遠くの人々にも今回の地震を我が事として考え、しかも憂鬱にならしめる原因ではなからうか？

2.2 道路の被害状況と発災直後の道路交通状況¹⁾

2.2.1 調査の概要

(1) 本節の背景と目的

道路をはじめとして交通インフラストラクチャーは阪神・淡路大震災によって大きな被害を受けたが、被災後の交通網の寸断による都市機能の低下は、改めて都市における諸活動を行うに当たって、道路・鉄道・港湾・空港といった交通インフラの重要性を認識させたと言えよう。

一般道路は沿道建築物や高架構造物等の倒壊による閉塞あるいは河川橋梁付近等における部分的路面破壊等によって機能を著しく低下させたが、残された通行可能な道路は発災直後から種々の目的を持った自動車交通によって利用された。このため、道路は大渋滞に陥っていた。発災後72時間は人命救助にとって非常に重要な期間であると言われている。倒壊した建物内の人々を救出するために、また火災の消火にと、緊急車への要請が高かったこの時期における道路の利用状況を記録しておくことは、今後の道路整備あるいは震災時の道路利用について考えるに当たって非常に重要であろう。

本稿は発災直後における道路交通状況の実態を把握することを目的としているが、この時期において道路交通状況を広範囲にわたって客観的に把握することは困難である。検知機が機能しておらず、交通管理者のデータ等が利用できないからである。また、発災直後の緊急時においては、当然のことながら交通調査は実施されていないから、詳細な道路交通状況は今となっては捕捉することはできない。このため、道路交通状況の詳細な分析は不可能であるが、空中写真を用いれば発災直後の状況の概略把握は可能であると考えられる。1月20日以降は検知機も徐々に機動し出したから幹線道路を中心として交通流動状況を把握することができるが、それ以前には発災直後の交通状況を記録した客観的資料として、空中写真は貴重なデータソースである。そこで、本稿では発災直後から数日間に撮影された空中写真を用いることによって、道路交通状況の概略について分析することにした。

なお、北川・三星らの調査(1995年3月実施)²⁾によると、灘区を中心とした地区(中央区と東灘区の一部を含む)における道路の被害状況は、重度の損傷(区間の1/3以上に、ひび割れ・うねり・段差・陥没・崩落がある)が約20%、中度の損傷(区間の1/3以内に、ひび割れ・うねりがある)ならびに軽度の損傷(わずかなひび割れ等がある)がそれぞれ約10%であったと報告されている。以下では、このような地域における発災直後の道路交通状況について述べる。

(2) 空中写真の利用

空中写真が交通状況を把握するために使用されることは通常は稀であり、路上駐車実態調査等に利用されている程度である。交通のような時間的に変化する現象に対して、ある一瞬における状態だけを記録した空中写真を用いて分析することには、厳密には若干の無理があるからである。もっとも、空中写真は実体視することによって、走行中の車両と駐車車両あるいは走行不能となった停止車両とを判別できるから、交通密度、走行車両率、大型車混入率等を求めることができる。また、連続する空中写真における各車両の移動量から速度を求め、これより空間平均速度を求めることができる。したがって、上記の交通密度と空間平均速度から交通量の概略値を算出することもできる。本稿では、非常に短い時間に採取されたデータであることに注意した上で、交通流動について分析を試みることにした。

本節においては、芦屋川断面とJR神戸駅断面間の地域を対象とした(図-2.2.1 参照)。1/4000の空中写真ならびにこれを1/2000に拡大した空中写真を用いて、まず当該地域における幹線道路の被災状況と自動車交通状況を読み取った。集計作業は上記の範囲の幹線道路を主要交差点によっておおよそ1 kmごとの区間に分割し、この区間ごとに行った。さらに、灘区の中央部においては、補助幹線道路も対象として詳細に交通状況を把握した。

ここで用いた空中写真は、三ノ宮以东かつ山手幹線以南は1月18日(8:30~9:00)、それ以外は1月20日(10:00~11:30)にアジア航測(株)によって撮影されたものである。また、灘区中央部において17日と18日の交通状況を比較する場合には、国際航業(株)によって17日午後(13:00~14:00)に撮影されたものを用いた。空中写真から具体的に読み取った項目は次のとおりである。

(a) 道路の被災状況

通行不能箇所、および若干の被害はあるが部分的に通行可能な箇所を把握する。

(b) 道路利用状況

b-1) 区間別車両台数・走行車両率・交通密度

上記の区間ごとに、全車両台数、走行車両台数を測定する。これに基づいて、走行車両率ならびに交通密度(台/km)を求める。さらに、任意に抽出された区間においては車種構成を調べる。

b-2) 空間平均速度

各区間のうちで、区間内の車両の分布の変化が著しい区間を除き、各車両の速度を求める。ここでは幹線道路のみを対象とした。測定方法は、上記の空中写真の撮影間隔がそれぞれ5~8秒であることが記録されているので、連続する写真における各車両の移動距離を測定して速度を求め、これより空間平均速度を求める。

2.2.2 幹線道路における交通状況^{3) 4) 5)}

(1) はじめに

阪神高速道路神戸線が東灘区において倒壊したことによって、国道43号線は通行不能となっていたが、国道2号線ならびに山手幹線においても、部分的に通行可能ではあるが被災している区間が森南町周辺、阪神大石駅周辺等に見られる。また、三ノ宮周辺には完全に通行不能となっている区間が多数見られる。ここでは、このような被害状況の下での道路交通状況を幹線道路を対象としてやや広域的に捉えてみたい。

(2) 交通密度

芦屋川断面・JR神戸駅断面間の道路区間に存在する走行中の車両を方向別に読み取り、これを1km当たりの車両台数で表わし、図-2.2.1に示した。ここで対象としている道路の大部分(山手幹線以南)は片側2車線であり、上記の車両台数は車線合計の交通密度である。なお、実質的には1車線しか機能していない区間もかなり存在する。

三ノ宮以東について、1月18日の状況を見てみると、国道2号線の東行の交通密度は石屋川以東では200台/km以上であり、部分的には250台/kmを超えている。これは平均して1車線に8m間隔で走行車両が重なっていたことになる(1車線しか機能していない箇所があるから、実際には一層高密度である)。山手幹線は2号線に比べれば密度が低いものの、150~200台/km程度となっている。西行の交通密度は東行に比べてかなり低くなっている。

三ノ宮以西について、1月20日の状況を見てみると、新神戸駅付近ならびに三ノ宮駅付近において高密度な区間が存在する。ここでは南行が北行よりも多くなっている。一方、これより西の範囲では不通箇所が多いため、比較的交通密度が低い。

図-2.2.1からわかるように、東、西、北の断面における交通密度は当該地域内部における交通密度より低く、この時期には対象地域外からの流入交通量は比較的少なかったものと思われる。この傾向は東断面において顕著である。しかしながら、流入交通と内部で発生した交通が制御されないままに流動し、当該地域内において極端に混雑した状況を生じさせたものと思われる。

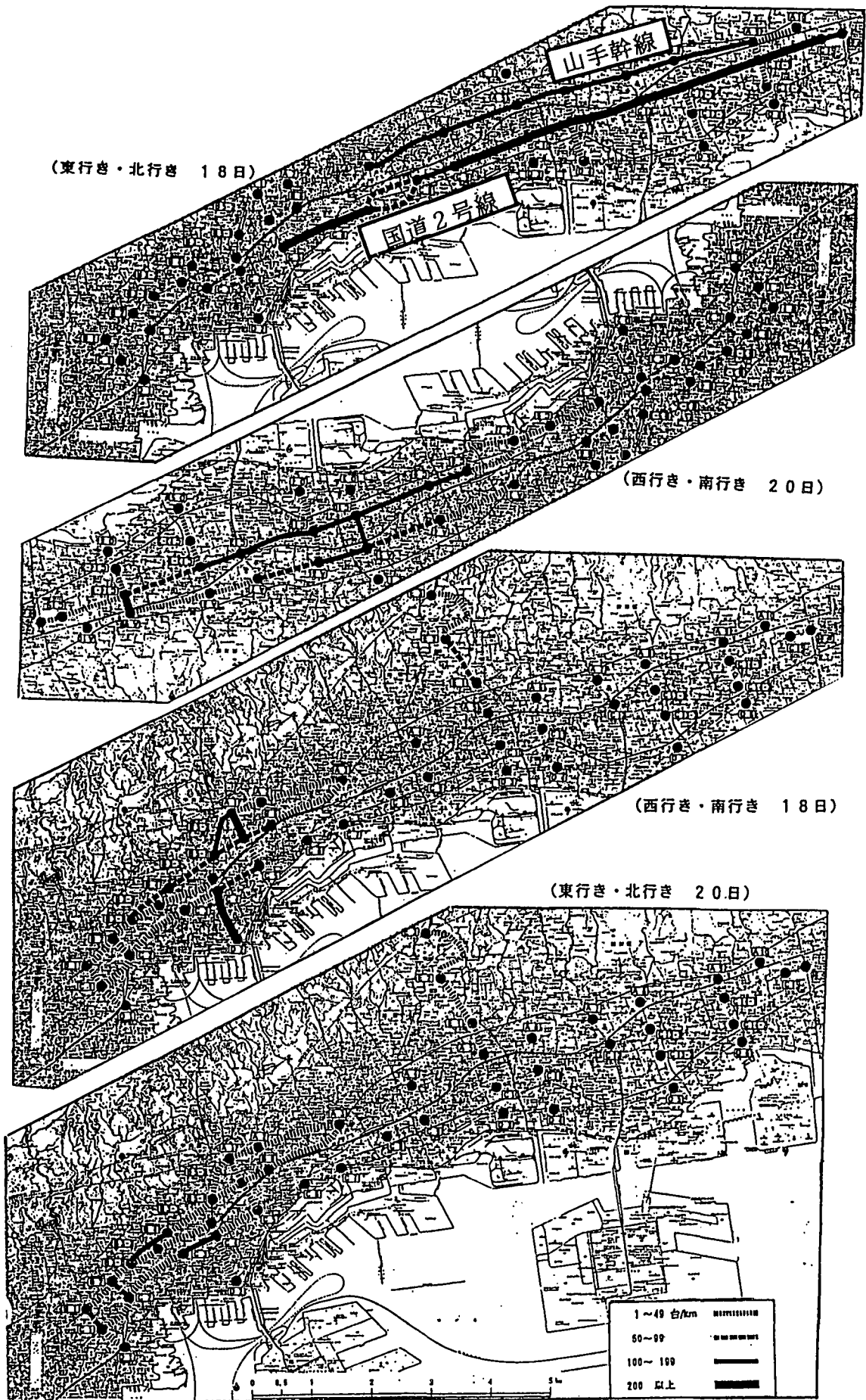
(3) 空間平均速度

交通密度を測定した区間から、区間で交通密度が大きく変化しない区間を選び、さらにこの中から地域全体における交通流動の状況をおおむね把握できる程度に道路区間を抽出し、これらの区間において空間平均速度を求めた。ここで測定した速度は測定誤差をかなり含むものであり、またある限られた時間断面における速度であるから、このような速度の状態がある一定時間にわたって継続していたことを保証することは厳密にはできない。しかしながら、これを速度のおおよその傾向と捉えれば、一応の考察は可能であろう。区間ごとに空間平均速度を整理すると、高密度の区間においては時速1kmに満たない区間が多数存在し、ジャム状態であったことが確認できる。また、瞬間ではあるが比較的流動状況が高い区間においては、時速が20~30km程度であった。

(4) 交通量

以上で求めた交通密度と空間平均速度との積として、交通量の概略値を算出した。本稿では空中写真をデータソースとしているから、できるだけ短時間で集計した交通量で表現した方がよいと考え、10分間交通量として表わすこととした。

1月18日に関しては、国道2号線における交通量は東行、西行ともに、10分間交通量にして数台であ



注) ●は道路区間を特定するための取り上げた交差点である。

図-2.2.1 幹線道路における交通密度

り、ほとんど交通の流れがなかったことがわかる。山手幹線では、西行は10分間に100台を超えている区間もあるが、東行の密度が一層高いことを反映して、東行の交通量は西行に比べて少ない。また、灘区のJR六甲道駅を中心とする地区では、2号線と同様にほとんど流動が見られず、この断面で道路網が完全に機能を失っていたことがうかがえる。また、交通密度の項でも述べたが、大阪方面からの流入は非常に少ないことが確認できる。

次に、1月20日に関して三ノ宮以西について見てみると、三ノ宮周辺ではほとんど流動が見られない区間もあるが、10分間交通量が100~200台の道路区間もかなり存在するようである。また、新神戸トンネルからの流入がかなり大きかったことがわかる。

このように、空中写真を用いることにより、発災直後の道路交通状況をかなり具体的に再現することができる。

2.2.3 補助幹線道路も含めた道路交通状況⁶⁾

(1) はじめに

以上のように、神戸市東部の市街地を広域的に捉えて道路交通状況を調べると、幹線道路は非常に混雑した状況にあり、交通流動がほとんど寸断されていたことが定量的に明らかとなった。本項では幹線道路だけでなく、補助幹線道路も含めて交通流動状況をやや詳細に調べることにした。ここでは、対象地区を灘区の中央部に限定する一方で、17日と18日の状況を比較することにした。

(2) 道路空間に存在する車両台数

図-2.2.2に示す地区において、道路区間を分割し、この区間ごとに、道路空間に存在した全車両数を17日および18日について示したものが図-2.2.3である。これを各道路区間ごとに詳しく示すと図-2.2.4のようである。

まず東西方向の流れに関しては、当該地区内の幹線道路である国道2号線（図中にEで表す）、山手幹線（図中にCで表す）の場合、東行き、西行きともに18日の方が車両台数が多いことがわかる。また、両幹線道路の間に位置する補助幹線道路（図中にDで表す）においては、東行き、西行きともに17日の方が車両台数が多くなっている。東行きと西行きと比較すると、両日ともに東行きの方が多くなっている。南北方向の道路に関しては17日と18日に大きな差はないようである。

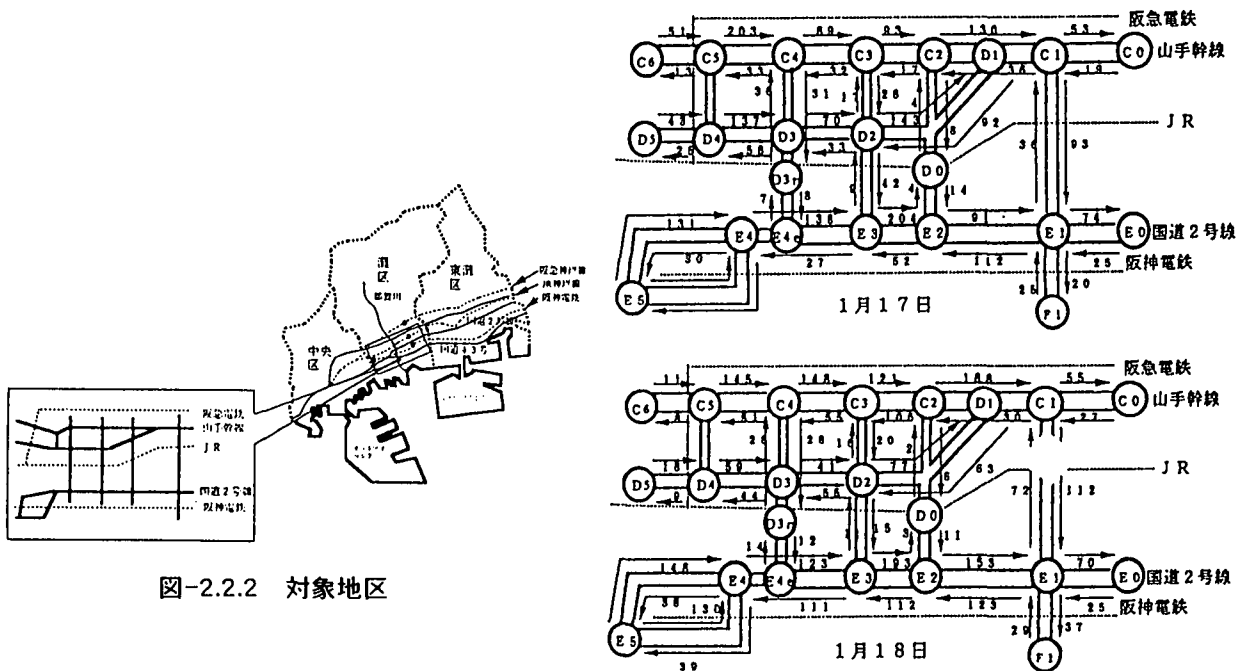


図-2.2.2 対象地区

図-2.2.3 全車両台数

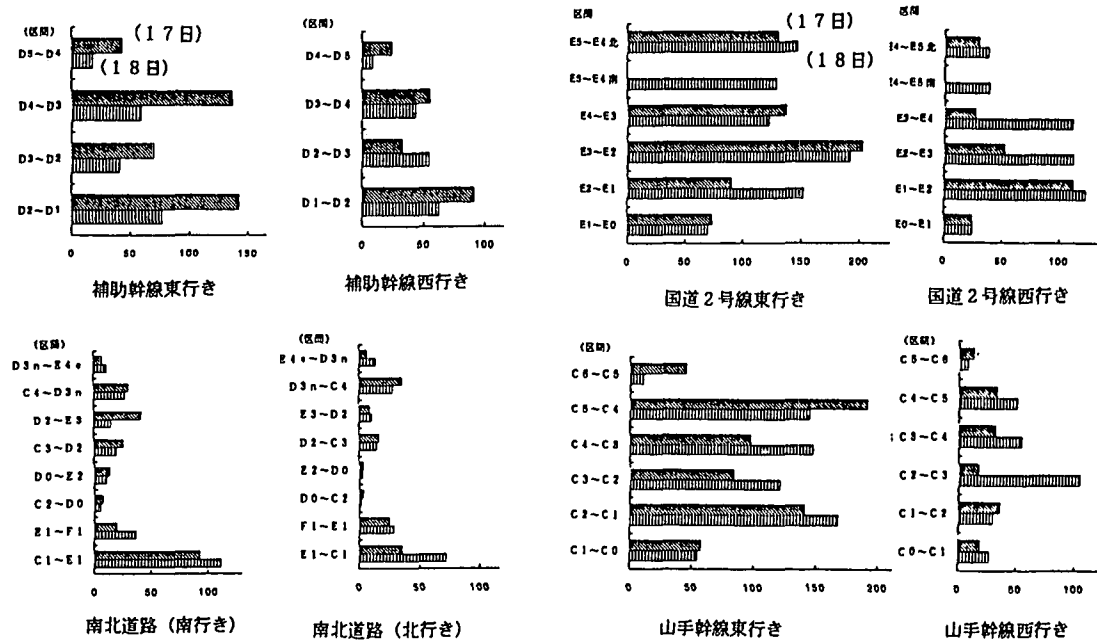


図-2.2.5 道路区間別、方向別にみた車両台数

(3) 走行車両率

各道路区間における流動状況を調べるために、上記の車両のうちで、走行している車両の割合（走行車両率）を図-2.2.5に示す。震災直後は走行不能となった車もあったと思われるから、走行車両と駐車車両とに明確に区分はできないが、ここでは、空中写真から判読できる範囲で、走行していると思われる車両と走行していないと思われる車両とに区分してみた。

東西方向の流動に関して18日の状況を見ると、走行車両率は国道2号線においては70～80%程度の区間が多い。山手幹線では東行は80～90%程度であって走行車両率が高いが、西行は40～80%であり、区間に

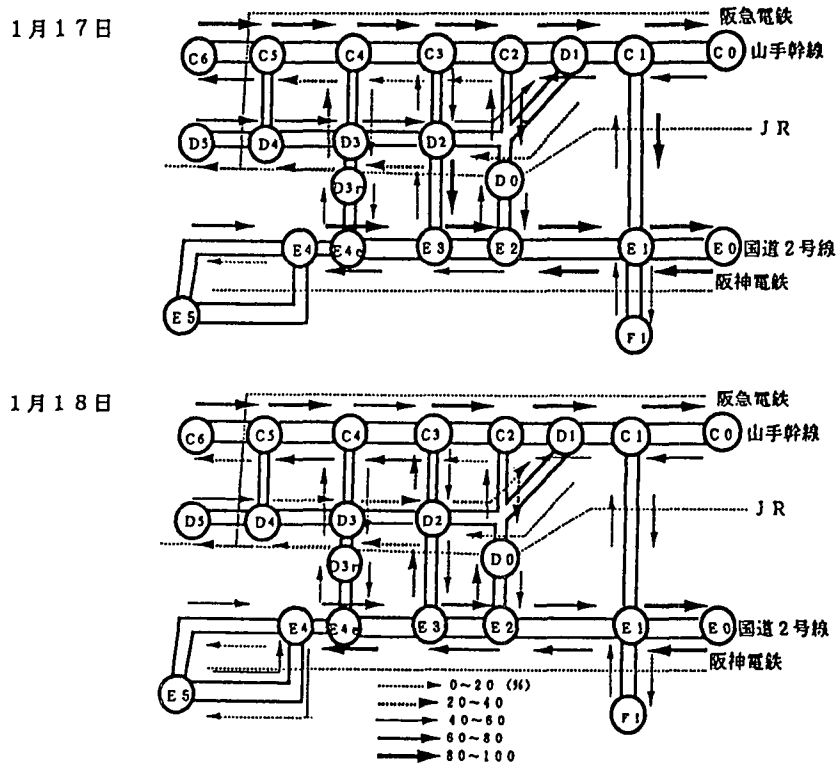


図-2.2.5 走行車両率

よって流動状況に大きな差があったことがわかる。このように、東西方向の幹線道路は非常に混雑した状況にあったものの、若干の流動は確保されていたことを定量的に示すことができる。一方、他の東西方向の補助幹線道路は、山手幹線とJR神戸線間の道路のように、ほとんど機能していないことがわかる。当該道路に関しては、別途実施した街路閉塞状況調査から、車道の一部が損傷を受けたものの自動車が通行可能であったことを確認しているが⁶⁾、実際に走行している車両は非常に少なく、交通機能が低下していたことがわかる。また、20日の山麓線の状況を見ると、車両密度はそれほど高くないが、走行車率は20～80%に広く分布しており、区間による交通機能の差が大きかったことがわかる。南北方向の交通流動に関しては、南北方向の道路は一部を除いて車両密度および走行車率が非常に低く、これらの道路はほとんど機能していなかったことがうかがえる。

17日と18日とを比較すると、17日の方が走行車両率が高いことがわかる。走行車両率に関しては、幹線道路と補助幹線道路に顕著な差が生じており、補助幹線道路では18日には上述のように車両台数全体が少なく、走行車両率も小さいことがわかる。

(4) 大型車混入率

17日と18日の交通状況に関して最も大きな差異は、大型車の混入状況が異なることである。図-2.2.6に示すとおりであって、国道2号線ならびに山手幹線においては、17日には大型車混入率が10数%以下であった。この値が18日には25～50%程度となっており、救援物資の輸送のために大型車両が非常に多くなっていたことが改めて確認できる。

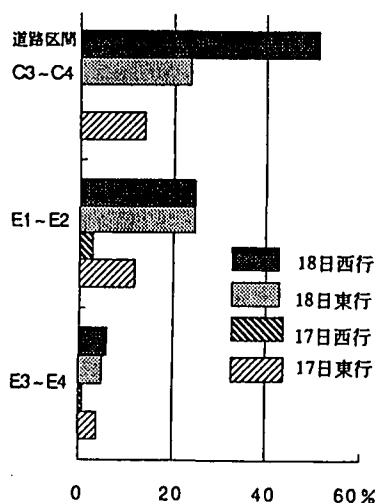


図-2.2.6 2号線・山手幹線における大型車混入率

引用・参考文献

- 1) 塚口博司・川村智司・戸谷哲男・中辻清恵：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、1997年.
- 2) 北川博巳・三星昭宏：阪神大震災における道路の路面被害、阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、1997年.
- 3) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：道路施設の被害状況と交通特性、立命館大学阪神・淡路大震災復興プロジェクト調査報告書、1995年6月.
- 4) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：阪神・淡路大震災における道路の被害状況と発災直後の自動車流動状況、土木計画学研究・講演集、No.18、1995年12月.
- 5) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：発災直後における道路交通状況に関する分析、交通科学、Vol.25, No.2, 1996年.
- 6) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：震災による道路の閉塞状況に関する分析、阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、土木学会、1996年1月.

2.3 道路ネットワークの損傷が地域に及ぼす影響

2.3.1 交通・社会経済活動相互作用のモデル化

(1) 概説

交通はその大半が社会経済活動の派生需要であり、地域における社会経済活動の分布が交通需要に直接影響を与える。そして交通需要は地域の交通状況を決定づけ、社会経済活動の成長に影響を与える。したがって、阪神・淡路大震災における道路ネットワークの損傷は直接的な輸送の途絶にとどまらず、地域における社会経済活動に大きな影響を与えたと考えられる。そこで、ここでは道路ネットワークの損傷と復旧過程が地域に対して与えた影響を交通・社会経済活動の相互作用の面から分析することを試みる。

交通システムと社会経済活動を一体的に扱う土地利用－交通モデルに関する研究も数多い。しかし、長期的に作用する交通システムから社会経済活動への影響は必ずしも十分に取り扱われていない。そのため、まず社会経済活動に対する交通システムの長期的影響を明示的に記述することを目的としたモデルを作成する。この場合、交通・社会経済活動の相互関係は、フィードバックループを持つ社会システムにおける現象であると捉えることができる。そこで、フィードバックループを含む現象のダイナミックな変化を記述するのに適したシステムダイナミクス⁷⁾的なアプローチを用いることにする。すなわち、交通条件の変化と地域の社会経済活動の成長との遅れを伴ったダイナミックな変化を記述するモデルを構築する。

(2) 従来の土地利用－交通モデル

土地利用シミュレーションモデルの先駆的存在はローリーモデルであり、それ以来多くのモデルが提案されてきた⁸⁾。このローリーモデルはスタティックなモデル構造であり、長期的予測に適したモデルではない。動学化を図ったモデルには浅野の研究⁹⁾があり、交通条件から土地利用分布への影響を組み込んでいる。しかし、地域の人口や従業者数の総数は外生的に与えられており、地域の成長がモデル内では記述されていない。また、宮城らは土地利用・交通統合モデルを提案している¹⁰⁾が、交通システムと土地利用の動的な相互作用を捉えたものではない。したがって、社会経済活動に対する交通システムの長期的影響をモデル化するという目的に合致するモデルは従来のモデルには見られない。ここでは、交通システムを中心に据えて詳細に記述し、その土地利用への影響を表現するモデル化を行うものとする。

(3) モデルの概略と前提

モデルの基本的な考え方は、従来の土地利用－交通モデルと同様である。すなわち、交通モデルによって交通条件を求め、土地利用モデルにおいて社会経済活動の活動分布を算出する。さらに、それを使って新たな交通需要を発生させ、各モデルによるアウトプットを相互にフィードバックするのである。

社会経済活動の成長も内生的に求める。したがって、社会経済活動モデルをふたつに分け、地域の成長を記述するモデルと地域の人口・従業者を地域内の各ゾーンに配分するモデルから構成する。モデルの中心となる部分は交通条件の変化により社会経済活動の成長を記述する部分であり、詳細な社会経済活動分布を記述することは目的としていない。

モデルの大まかな流れは、図-2.3.1に示すとおりである。市区単位を中ゾーンとし、それを小ゾーンに分割する。ある時間断面における小ゾーンの人口・従業者分布より交通需要が発生し、交通モデルにおいてネットワークフローを決定する。それにより、地域の交通サービス水準が求められる。交通サービス水準はその時間断面から次の時

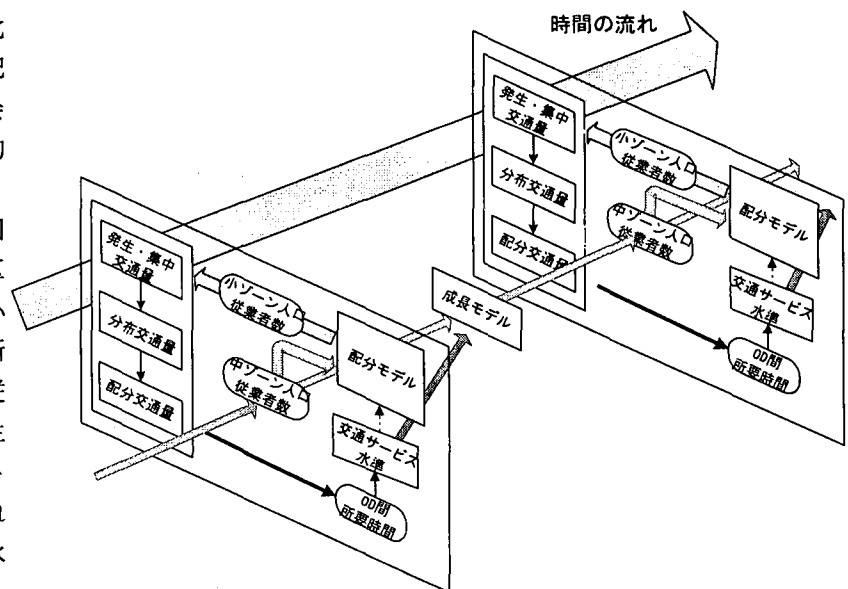


図-2.3.1 モデルの流れ

間断面への地域の成長に影響を与える。地域の成長モデルはある時間断面の交通サービス水準を受け、次期中ゾーンの人口・従業者数を求める。そして、中ゾーンの人口・従業者数は配分モデルによって中ゾーン内の各小ゾーンに配分される。

モデルの詳細は次に示すが、モデル化に際する主要な前提を明らかにしておく。ここでは交通条件に着目しており、これをアクセシビリティの概念による交通サービス水準で表すことにするが、認識されるのに時間遅れが生じることを考慮する。立地主体間の競合は明示的に扱わず、地域全体の成長から中ゾーンの成長が決まり、それを交通条件によって補正するモデルとなっている。すなわち、交通条件以外の関係は過去と変わらないことを仮定していることになる。これは、とくに交通条件の変化による影響を見る基礎的なモデルとして、その他の部分を簡略化するためである。

このモデルでは期間ごとに逐次計算を行うが、急激に交通条件が変化する場合へも適用できるように、期間は1年とする。地域全体の成長と交通ネットワークの変化を外生的に与え、各期の人口・従業者数、交通量、交通サービス水準を出力する。

(4) 成長モデル

成長モデルは地域の交通サービス水準によって各ゾーンの社会経済活動の成長を記述するモデルである。しかし、社会経済活動の成長を交通サービス水準の変化だけで決定づけることはできない。そこで、図-2.3.2に示すように、交通サービス水準は地域全体の成長のトレンドから予測される成長を補正するという形で影響を与えるものとする。これにより、今後予想される成長に対し、交通サービス水準の変化による影響が加わるという形になる。

この成長モデルを記述するに際しては、適用対象として想定している神戸・阪神間地域の人口・従業者数の時系列データの分析を行った。その結果、地域全体のトレンドからゾーンのトレンドを求め、さらに交通サービス水準の変化を加味する方法が一定の妥当性を持つと判断し、モデル化に適用した。

成長モデルは、次の式(2.3.1)~(2.3.4)で表される。

$$P'_{lk} = \gamma_{lk} \cdot P'_{lk}{}^{t-1} \quad (2.3.1)$$

$$\gamma_{lk} = K_{lk} \cdot \beta_{lk} \quad (2.3.2)$$

$$\beta_{lk} = \alpha_{lk} \cdot A_k \quad (2.3.3)$$

$$K_{lk} = f(T_{lk}) \quad (2.3.4)$$

ここで、

P'_{lk} : t 期のゾーン l 、業種 k の従業者数

α_{lk} : ゾーン l 、業種 k における地域全体の成長に対する補正率

β_{lk} : 地域全体の傾向から推測されるゾーン l 、業種 k の成長率

γ_{lk} : ゾーン l 、業種 k の成長率

A_k : 業種 k の地域全体の成長率

K_{lk} : ゾーン l 、業種 k の交通サービス水準の変化による補正率

T_{lk} : ゾーン l 、業種 k の交通サービス水準の変化

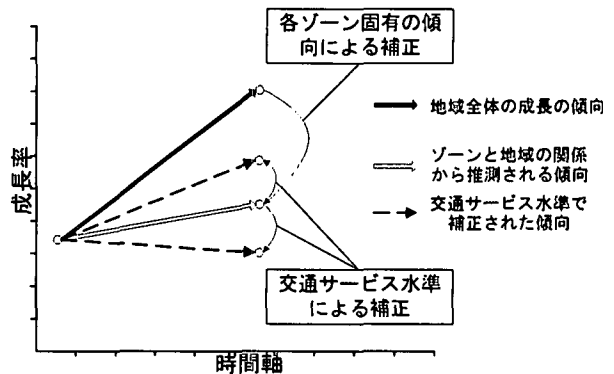


図-2.3.2 成長モデルの考え方

中ゾーンの人口・従業者数は式(2.3.1)のように業種毎の成長率を用いて求める。そして、この成長率は式(2.3.2)、(2.3.3)で表すように業種毎の地域全体の成長率 A_k をもとに求める。さらに、中ゾーンの業種毎に地域全体の成長率に対する補正率を与える。この補正率は過去の地域全体の成長に対する、各ゾーンの成長の傾向より固有の値として与える。したがって、交通サービス水準以外に関しては各ゾーン間の相互関係は変化しないことを仮定していることになる。また、交通サービス水準は各活動に対するアクセスの容易さを示す式(2.3.5)で表す。

$$z'_{lk} = \sum_{l'} P'_{l'k} (D'_{ll'})^{-1} \quad (2.3.5)$$

ここで、

z'_{lk} : t 期の業種 k 、ゾーン l の交通サービス水準

$P'_{l'k}$: t 期のゾーン l' 、業種 k の従業者数

$D'_{ll'}$: t 期のゾーン l/l' 間の時間距離

各時間断面の交通サービス水準の変化は式(2.3.6)に示すように前の時間断面における交通サービス水準に対する比で求める。また交通サービス水準の変化による成長率の補正値は過去のデータから、交通サービス水準の関数として求める。ここではその関数形を固定せず、テーブル関数の形で与える。

$$T_{lk} = z'_{lk} / z'^{-1}_{lk} \quad (2.3.6)$$

ここで、

T_{lk} : ゾーン l 、業種 k の交通サービス水準の変化

一般に、社会経済活動から交通状況への影響は交通需要の発生という形で短期的に現れる。これに対し、交通状況の変化が社会経済活動に及ぼす影響は長期的に現れると考えられている。そこで、これをシステムダイナミックスの時間遅れで表現し、認識された交通サービス水準を用いることにする。すなわち、式(2.3.5)で求めた交通サービス水準をそのまま式(2.3.6)に適用するのではなく、式(2.3.7)で求めた認識された交通サービス水準 z'^l_{lk} を式(2.3.6)における z'_{lk} に代えて用いることにする。

$$z'^l_{lk} = a \cdot z'_{lk} + (1-a) \cdot z'^{-1}_{lk} \quad (2.3.7)$$

ここで、

z'^l_{lk} : モデル内で認識される t 期の業種 k に対するゾーン l の交通サービス水準

a : 時間遅れのパラメータ

時間遅れのパラメータ a は業種によって異なり、時系列的に変化することも考えられる。しかし、そのためには多大なデータの分析が必要であり、モデルも複雑化するので、ここではすべての業種で共通であり、時系列的に安定しているものと仮定する。

(5) 人口・従業者数配分モデル

人口・従業者配分モデルでは成長モデルによって求められた中ゾーンの人口・従業者数をコントロールトータルとする。それを小ゾーンを分割した小ゾーンに配分し、人口・従業者数分布を求める。モデルは以下の式(2.3.8)~(2.3.9)で表される。ただし、図-2.3.1に示しているように、交通サービス水準を求める式(2.3.9)は1期前の人口あるいは従業者数に基づいて求められる。

$$A_{ik} = \frac{\exp(z_{ik})}{\sum_{i \in l} \exp(z_{ik})} A_{lk} \quad (2.3.8)$$

$$z_{ik} = \sum_{i'} B'_{i'k} D^{-1}_{ii'} \quad (2.3.9)$$

ここで、

A_{ik} : 小ゾーン $i (i \in l)$ の業種 k の人口 (従業者数)

A_{lk} : 中ゾーン l の業種 k の人口 (従業者数)

z_{ik} : 業種 k の小ゾーン i の交通サービス水準

$B'_{i'k}$: 小ゾーン i' の業種 k の人口 (従業者数)

$D_{ii'}$: 小ゾーン i/i' 間の時間距離

小ゾーンは交通モデルにおけるODゾーンとして取り扱う。したがって、人口・従業者数配分モデルで求められた小ゾーンの人口・従業者数は、交通需要の発生集中ベースとして交通モデルで用いられる。

(6) 交通モデル

交通モデルは地域の交通フローを算出し、その時間断面における交通状況を求めるものである。交通モデルの基本的な構造は従来の段階推定法によるものとする。ただし、交通量配分においては、必要に応じてリンク上のフローがどのゾーンに関係するものかを分析できるようにする。そのため、多経路配分手法

として代表的なDialモデル¹¹⁾と逐次平均法¹²⁾を組み合わせ、さらに迂回率を用いて配分対象経路を限定する確率均衡配分モデル¹³⁾を用いる。

2.3.2 阪神間地域におけるモデルの適用

(1) 概説

2.3.1において作成したモデルを対象地域の人口・従業者数の推移データに適用し、モデルに含まれるパラメータの同定と現象再現性の検証を行う。ここでは、阪神・淡路大震災による被害が最も大きかった地域を含み、地震により道路網の深刻な損傷が生じた地域として、神戸市、尼崎市、西宮市、明石市、宝塚市、伊丹市、川西市、芦屋市、三田市からなる神戸・阪神間地域を対象地域とする。

作成したモデルの適用に際しては、交通条件や人口・従業者数の変化を詳細に調べることが可能なように時間間隔を1年とする。ただし、従業者数は5年毎の調査である事業所統計のデータを用いる。そのため、モデルの再現性の確認はデータの存在する年次においてのみ行う。OD交通量についても同様であり、道路交通センサスのOD交通量調査の行われている年次についてのみデータが得られる。したがって、交通モデルに関する各種パラメータはその年次のデータを用いて推定する。外部OD交通量については外生的に与えられるものとし、実績値データのない年次に関しては実績値データから補完して用いる。

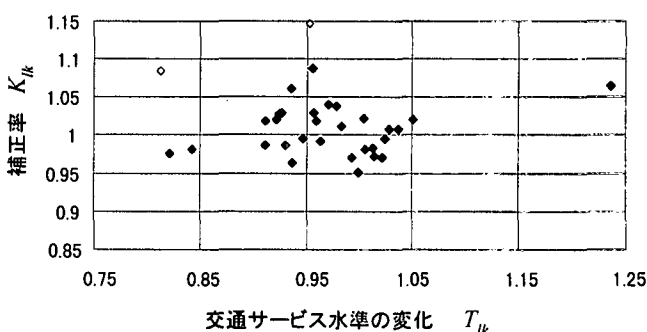
(2) 交通サービス水準の変化と補正率の関係

このモデルでは、図-2.3.2に示したように、地域全体の成長傾向 A_k から求めた各ゾーンの成長率 β_{ik} に交通サービス水準の変化による影響を補正する。この補正率 K_{ik} は交通サービス水準の変化 T_{ik} の関数として定めるが、システムダイナミックスの手法に従ってテーブル関数の形で与える。テーブル関数は最終的には適合度を高めるように決めるが、過去のデータより推定した値を基礎とする。また、地域全体の成長率 A_k からゾーン成長率 β_{ik} を求める補正值 α_{ik} は過去20年間のデータから定めるものとする。すなわち、この間の近畿圏全体における人口・従業者の成長率とゾーン別の人口・従業者の成長率をデータから求め、これより補正值 α_{ik} を算出する。

過去の阪神間地域の夜間人口についての交通サービス水準の変化 T_{ik} と補正率 K_{ik} の関係を調べると、図-2.3.3のようになった。この図における補正率は、ゾーンの傾向値と実績値から求めたものである。この補正率と5年前の交通サービス水準の変化との関係を示したものが図-2.3.3である。つまり、交通サービス水準の変化と、その影響が5年間にわたって、地域の社会経済活動に取り込まれていったと仮定した結果から求めたものである。なお、時間遅れを5年としたのは、夜間人口以外の実績値のデータが5年間隔になるからである。図-2.3.3において白抜きで示した上方に離れた2点は、道路整備が先行的に進められたニュータウンを含む地域である。それを除けば、交通サービス水準の変化と時間的な遅れを伴った成長率の間に一定の相関関係が認められる。したがって、交通サービス水準の変化によって地域の成長率を補正するという方法は、計画的な大規模開発が行われる地域を除けば妥当性を持つものと考えられる。

(3) モデルによる計算値と実績値の比較

モデル適用には、式(2.3.7)における時間遅れに関するパラメータ a 決めなければならない。そこで、その値を0、すなわち時間遅れが全くない状態から、0.9の間で0.1刻みで設定し、推計誤差を調べる。各パラメータ値を使って昭和55年から昭和60年の5年間に適用した。その結果、ゾーンごとの夜間人口の計算値と実績値に関する平均誤差は図-2.3.4のようになった。これをもとに、誤差が最も小さかった0.4の値をここでは用いることにする。



このようにして決めたパラメータを用い、神図-2.3.3 夜間人口に関する交通サービス水準の変化と神戸・阪神間地域の昭和55年度の人口・従業者数を

表-2.3.1 計算値と実績値の相関係数

	相 関 係 数
夜 間 人 口	0.996
製 造 ・ 建 設	0.996
運 輸 ・ 通 信	0.991
卸 小 売 業	0.974
サ ー ビ ス 業	0.954

初期値として平成6年度までの人口・従業者数の変化を求めた。その計算結果から、神戸市東灘区・尼崎市・神戸市西区に関して夜間人口の計算値と実績値を示したのが図-2.3.5である。図-2.3.5を見ると、東灘区と尼崎市に関しては、実績値に近い計算値が得られている。しかし、西区に関しては実績値との開きが見られる。神戸市西区は大規模な宅地開発が行われてきた地域であり、ニュータウン開発では交通施設整備が先行する。そのため夜間人口の急速な増加は向上した交通サービス水準を引き下げることになる。交通状況の変化による影響を記述する、本モデルではこうした計画的な人口の変動を対象としていないことが乖離の原因であり、外生的に与えるなどの改善が必要であろう。しかし、このような地域は一部であり、表-2.3.1に示すように全ゾーン・全業種についての実績値と計算値との相関は、非常に高い値が得られている。

このモデルでは、交通条件の変化にとくに着目したものであり、その効果を調べることにする。すなわち、交通条件の変化による補正を加えた場合と加えなかった場合の比較を行う。その結果から東灘区の夜間人口の推移を示したのが図-2.3.6である。図-2.3.6を見ると、交通条件の変化を考慮していない場合は近畿圏の成長だけから夜間人口が決まり、大きなトレンドしか得られていない。交通条件の変化を考慮することにより、実際のすべての変動を捉えられるわけではないが、それに追従するような変動が見られるようになっている。

2.3.3 震災による道路網被害の影響分析

兵庫県南部地震においては、神戸・阪神間地域の道路網に大きな被害があった。1年半余り後の阪神高速道路の全通に至るまで、被災地を中心とする交通サービスは極めて低下していたと考えられる。地域社会の活動にも大きな影響があったと推測される。そこで、ここで作成したモデルを用い、道路網の損傷から復旧に至るまでの影響の分析を試みることにする。過去にはこのように急激に交通サービス水準が低下した例はなく、そのような状況にモデルを適合させるためのデータは得られない。したがって、2.3.2において求められたパラメータをそのまま適用することにする。今後は今回の震災の影響を分析するためのデータが整う可能性もあろうが、現在の段階ではこれによる誤差はやむを得ないと考えられる。

モデルの適用にあたっては、震災後の復旧過程として、次の2時点について考える。

① 阪神高速湾岸線が全線復旧した平成7年7月の状態

(阪神高速神戸線は全線通行止め、国道43号線も通行規制が厳しかったため、ここでは通行止めとして扱う。名神高速道路尼崎－西宮間も通行止め)

② 阪神高速神戸線が復旧した平成8年9月末の状態

(国道43号線、名神尼崎－西宮間も全面通行可)

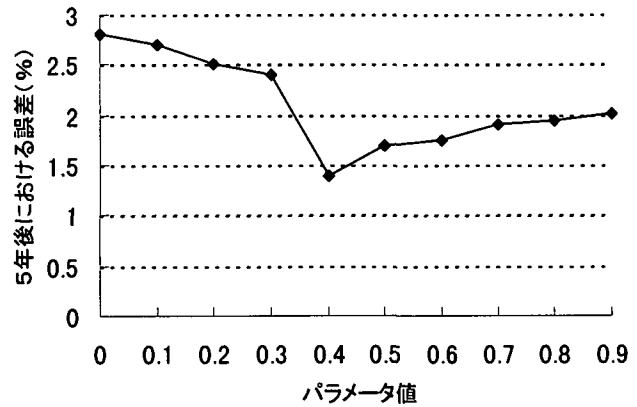


図-2.3.4 遅れパラメータ値と夜間人口の誤差

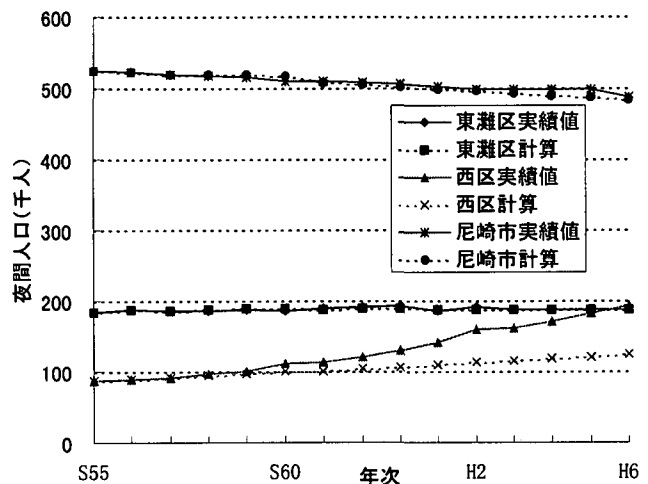


図-2.3.5 夜間人口の計算値と実績値

実際には道路ネットワークの状態は細かに変化していたが、ここで用いるモデルが1年単位での変化を記述するものであるために、上の2時点に代表させる。

計算の結果から、震災の影響が大きかった神戸市東灘区の夜間人口について、震災の影響を考慮した場合と震災がなかったと仮定した場合の計算結果を図-2.3.7に示す。この図における震災の影響を受けなかったと仮定した際の人口・従業者数の推移と、震災とその復旧過程における人口・従業者数の推移との差こそが震災による道路ネットワークの損傷による影響の大きさであると考えられる。

この震災後の人口・従業者数の推計値を調べると、阪神高速神戸線が全線開通した平成8年以降から各ゾーン、各業種とも一様に増加傾向に転じている。このことから、阪神高速神戸線が地域の交通サービス水準に関して非常に大きな影響を及ぼしていることがわかる。また、本モデルで計算される各ゾーンの交通サービス水準は、阪神高速神戸線の全線復旧により全ゾーン平均で震災前の約87パーセントの水準まで回復するという結果であった。

ここで示した結果はあくまでも参考資料にすぎない。しかし、交通サービス水準の変化という要因だけを考えても道路網の損傷が地域に及ぼす影響が非常に大きいことがうかがえる。神戸・阪神間地域への適用結果から、構築したモデルは一定の妥当性を持つものであると考えられる。阪神・淡路大震災における道路網被害による影響を示したのであるが、ここで用いたモデルはあくまで交通状況の変化による地域への影響のみを分析するものであり、他の社会的状況の変化は組み込まれていない。したがって、ここで示した震災後の人口・従業者数の変動は交通条件の変化に対してのみ影響された値である。だが震災後のネットワークの損傷、その後の復旧過程が地域の社会経済活動にどのような影響を及ぼしたかに関し、ある程度の評価ができたと考えられる。

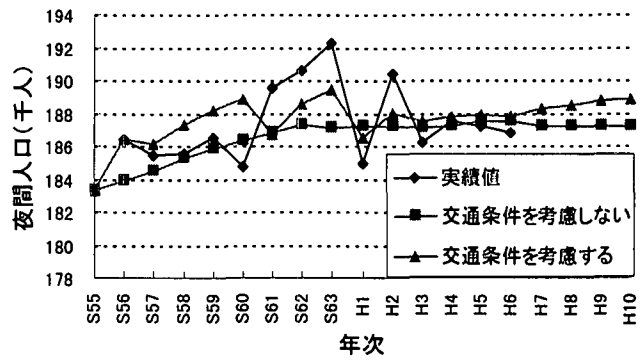


図-2.3.6 交通条件による夜間人口への影響（東灘区）

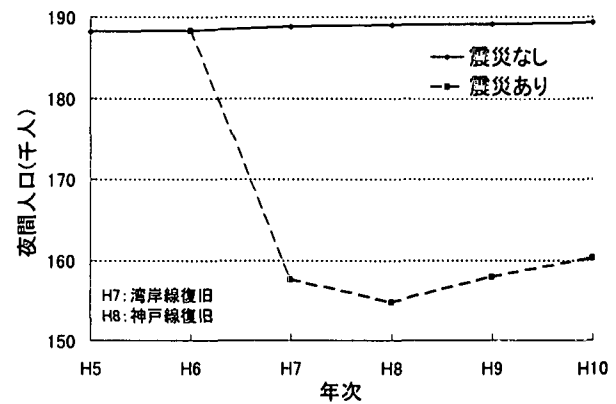


図-2.3.7 道路網被害による夜間人口への影響（東灘区）

2.4 震災後におけるマイカー利用の実態と課題

2.4.1 はじめに

兵庫県南部地域を襲った阪神・淡路大震災は、我が国における社会経済的な諸機能が集積する大都市を直撃した初めての直下型の大地震であり、道路や鉄道などの交通網の寸断、水道・ガスなどのライフラインの遮断、建造物の損壊等、甚大な被害をもたらし、都市機能は完全に麻痺状態に陥った。

とりわけ震災直後は、道路そのものの破損や沿道家屋の倒壊により、至る所で車の通行が不能となったにもかかわらず、残された通行可能な道路区間に様々な目的を持った大量の車が集中し、身動きの取れない状態となった。また、信号機が損壊し、交通管制センターの機能も全く停止した上に、人命救助を人道的に優先せざるを得なかったため、交通規制を行うにしても人員が不足し、道路交通は大混乱の様相を呈した。こうして発生した未曾有の大渋滞は、緊急自動車や救急車両の通行を不能にし、それらの活動を阻むといった二次的弊害も引き起こし、災害時における自動車交通の管理が大きな課題としてクローズアップされることとなった。それだけでなく、災害時における自動車交通問題が防災計画に関わる極めて複雑な問題であることも浮き彫りにした^{14) - 20)}。

そこで、本研究では当時利用された様々な車両の中から、とりわけマイカーに焦点を絞って調査・分析を行うことにした。すなわち、最も混乱の著しかった震災直後の3日間を対象に、マイカー利用者がどのような行動をし、またその利用要因は何であったのか、あるいはマイカー利用に対してどのような意識を有していたのか、といったことを把握し、今後の災害時におけるマイカー利用のあり方を検討しようとするものである^{21) - 23)}。

2.4.2 マイカー利用実態調査の概要

(1) 調査の内容

本アンケート調査は、震災後のマイカー利用の実態を探ることを目的としたものであり、その内容は以下に示すとおりである。

- ①被験者属性（住所、職業、自宅の被災状況等）
- ②震災直後3日間におけるマイカーを用いた移動状況とマイカーの利用・非利用理由
- ③震災後の職場や学校への復帰状況
- ④震災半年後におけるマイカー利用に対する意識（利用回数、交通規制やマイカー利用の有用性）
- ⑤自由意見

(2) アンケート調査の実施方法

本アンケート調査は、震災後2度にわたって筆者らが実施したものである。実施時期は、震災から半年後の1995年7月と、1年後の1996年1月である。調査対象は、被災地とその周辺地域の居住者とした。調査票は合計1,700票（半年後調査800票、1年後調査900票）を配布し、回収総数は一部郵送を含め985票（同524票、461票）で、回収率は57.9%（同65.5%、51.2%）であった。

なお本研究では回収総数985票のうち、兵庫県南部地域（淡路島を除く）に居住するマイカー保有者のみを分析対象としたので、分析サンプル数は803票となった。

(3) アンケート調査の回収結果

回収結果より、被験者の属性には以下のような特徴が見られた。まず、被験者の性別は78.3%が男性であり、女性は21.7%にとどまっている。年齢層は20歳代から50歳代にかけてどの年代も15~30%となっており、60歳代以上の被験者も8%程度みられた。次に職業は、会社員・公務員が圧倒的に多く75.6%を占めており、その他自家・自営業は6.4%であった。

被災時の住所は、被害の大小を考えて、以下の4地域に分けて集計した。なお、図-2.4.1は、こうした地域区分を地図上で示したものである。

- ①阪神地域（尼崎、西宮、芦屋、宝塚、伊丹、川西 の各市）
- ②神戸市中東部地域（中央、兵庫、長田、須磨、灘、東灘の各区）
- ③神戸市西北部地域（西、北、垂水の各区）
- ④その他兵庫県南部地域（淡路島を除く）

この結果、被験者の構成比率は阪神地域が27.4%、神戸市中東部が39.7%、神戸市西北部が24.0%、その他兵庫県南部地域が8.8%となった。

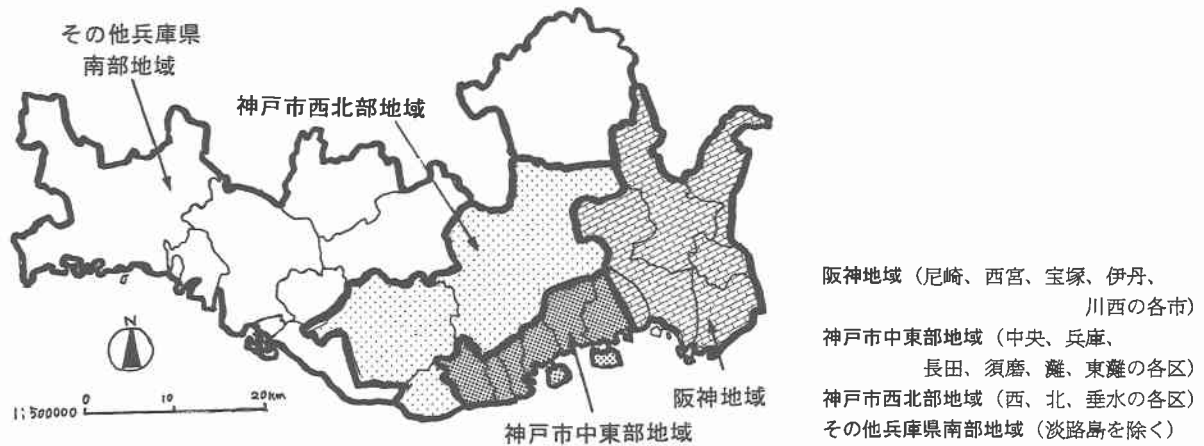


図-2.4.1 被災住所の分類

自宅の被災状況については、被験者の31.5%は自宅が全壊または半壊している。また一部損壊であった被験者は44.3%であり、合計で7割以上が自宅に何らかの被害を受けている。被災状況を地域別に見てみると、被害の大きかった阪神地域や神戸市中東部では、全壊・半壊を合わせた比率が約4割を占め、一部損壊も含むと8割近くが自宅に何らかの被害を受けている。一方、神戸市西北部やその他兵庫県南部地域では、全半壊の比率は10%未満となっており、地域による被災状況の差が顕著に現れている。

震災前のマイカーの運転頻度は、「ほぼ毎日」が43.2%、「ときどき」が52%であり、両者を合わせた回答は約9割となっている。このように震災前より、被験者の運転頻度が高かったことがわかる。

2.4.3 震災直後3日間に発生したマイカートリップの特性

(1) 利用交通手段とマイカーによるトリップ数

a) 主たる利用交通手段

震災から3日間の主たる利用交通手段（複数回答）を被災地別に集計したものが、図-2.4.2である。これによると、公共交通機関が麻痺した結果、いずれの地域でもそれらの利用率が低く、逆に徒歩や自転車、そして自動車の利用が高くなっている。地域別にみると、被害の大きかった阪神地域や神戸市中東部では、「徒歩（63.5～62.1%）」に次いで「自動車（48.3～49.5%）」の利用比率が高く、神戸市西北部やその他兵庫県南部地域では、「自動車（72.7～77.3%）」の利用が最も多く見られる。

b) マイカーによる発生トリップ数

震災直後3日間にマイカーを少なくとも1回利用した被験者は803人中442人であり、延べ1,247トリップが発生している。これをもとに日別に総トリップ数と、車を利用した被験者の1人当たりの平均トリップ

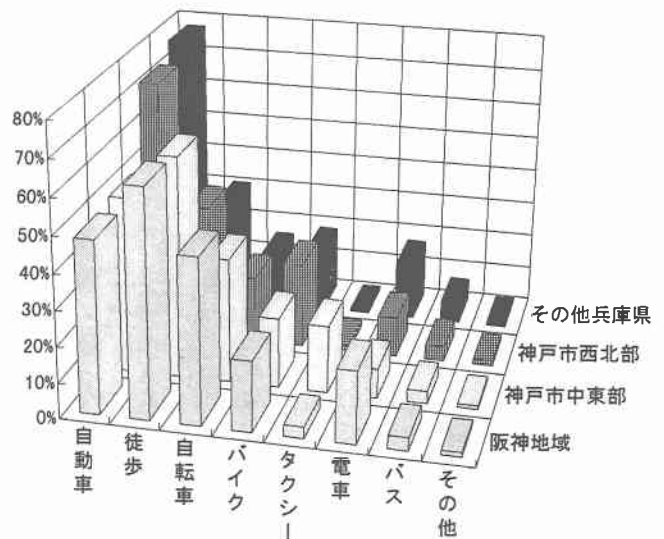


図-2.4.2 地域別にみた主たる利用交通手段(複数回答)

数を示したものが、図-2.4.3である。これによると直後3日間では、トリップの発生数は17日が最も多く、18、19日にはトリップ数はそれぞれ17日の65.7%、54.8%へと減少している。また、平均トリップ数も17日が2.03トリップであるのに対し、以後2日間は1.7トリップに減少している。なお、実際に車を利用した被験者も17日の2

72人から、18日、19日は、それぞれ204人、174人へと減少している。このように、震災直後3日間では、マイカーの利用人数、利用回数ともに直後の17日が最も多く、その後は減少していることがわかる。

(2) マイカーによるトリップ目的

図-2.4.4a)b)は、直後3日間における、マイカーによるトリップ目的の構成比を、日別、地域別に示したものである。

a) 日別にみたトリップ目的

まず、図-2.4.4a)の日別構成比を見てみると、「出勤」については直後の3日も比較的高い比率でみられる。また17日は、「安否確認」、「状況把握」といった目的の比率が高く、これに対して18日以降は「物資の運搬」、「避難」、「人の搬送」の比率が高くなっている。このように時間の推移によってマイカーの利用目的に変化がみられる。

b) 地域別にみたトリップ目的

次に、図-2.4.4b)に示した地域別の構成比によると、「安否確認」、「物資の運搬」については、地域別の比率は比較的類似した傾向を示している。また「出勤」は、神戸市西北部やその他兵庫県南部地域で比率が高くなっており、「避難」、「状況把握」、「人の搬送」の比率は、逆に阪神地域や神戸市中東部で高くなっている。このように、居住地域（被害の大きさ）によっても、マイカーの利用目的が変化していることがわかる。

(3) 時間帯別の発生トリップ数と滞留トリップ数

図-2.4.5は、時間帯ごとの発生トリップ数と滞留トリップ数（各時間帯に走行状態にあった車の延べ台数）のそれぞれについて、直後3日間の推移を示したものである。この図よりまず、トリップが発生した時間の分布をみてみると、発災当日の17日は、直後の午前6時から8時の2時間に、その日の全トリップ数の3割近くが発生しており、その後は、時間の経過とともにほぼ直線的に減少している。特に直後の2時間に発生したトリップの目的は、「安否確認(29.5%)」や「職場へ(31.3%)」、「状況把握(11.6%)」であり、これらの3目的で全体の7割近くを占めている。一方、18、19日は、比較的類似した時間推移を示しており、各日とも、午前8～10時と午後16～18時台に2度ピークが見られる。

次に、滞留トリップ数の分布をみてみると、分布形状は発生トリップ数とほぼ類似しており、17日は震災が発生した直後に車が滞留し始め、その後はほぼ直線的に減少している。また18日、19日は、いずれも早朝から夕方まで車の滞留がみられる。図に示すように、路上での滞留台数は、昼間時を通じて各時間帯の発生トリップ数を上回っているが、これは直後の3日間は、1トリップあたりの移動に要した平均時間が2時間37分ときわめて長かったことを反映している。

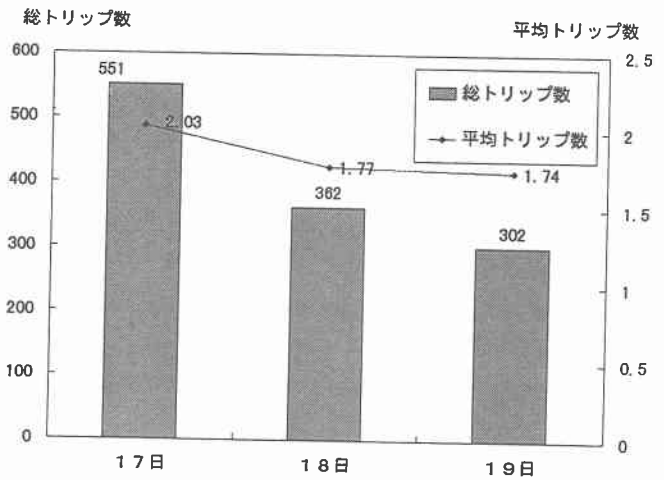
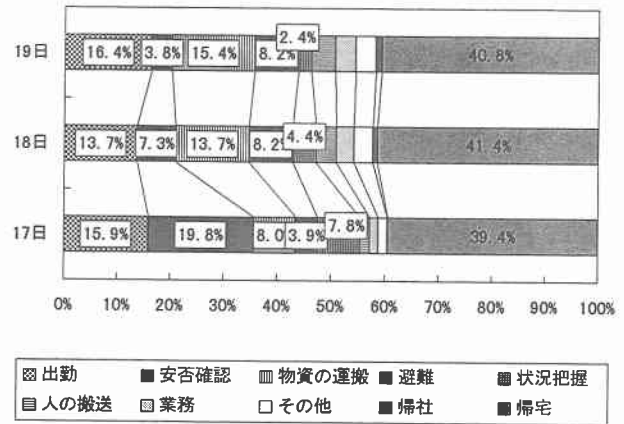
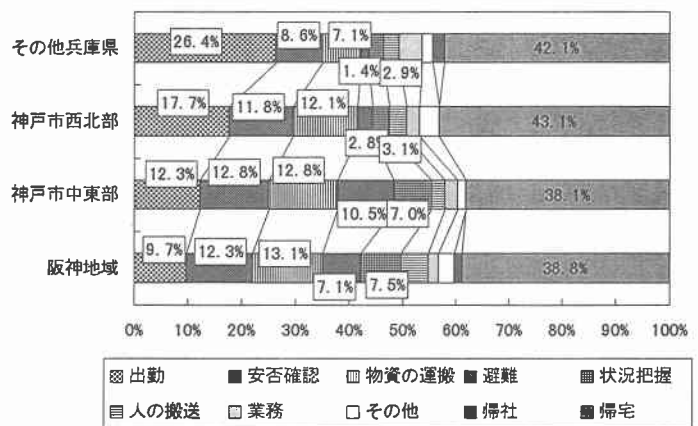


図-2.4.3 マイカーによる総トリップ数と1人あたりの平均トリップ数



a) 日別



b) 地域別

図-2.4.4 マイカーによるトリップ目的

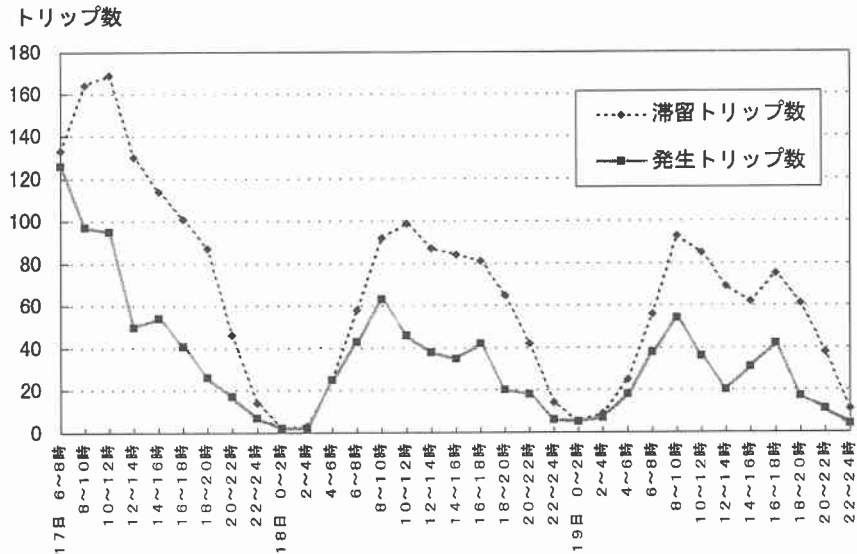


図-2.4.5 マイカーによる発生および滞留トリップ数

(4) 通勤トリップの特徴

a) 震災後の通勤再開時期

震災直後は、上述のように災害時特有の様々な目的でマイカーが利用されたが、同時に出勤も震災直後のマイカーの主要な利用目的の一つとなっている。震災後の出勤再開時期については、1月17日から19日にかけての震災後3日以内に全被験者の54.4%が集中しており、また1月下旬までには大半の92%が通勤を再開している。ただし、こうした通勤は震災直後3日間に関しては、職場の状況把握を兼ねている場合も多かったものと考えられる。

b) 震災前後の通勤交通手段

図-2.4.6は、震災直後3日間に初めて出勤した際の利用交通手段を示したものである。これによると、地震の発生した17日は「自動車」の利用比率が最も高く、次いで「徒歩」、「自転車」の比率が高い。18日になると、一部の公共交通機関が再開したことにより、その利用率が増加し、これに対応して「自動車」利用者が減少している。

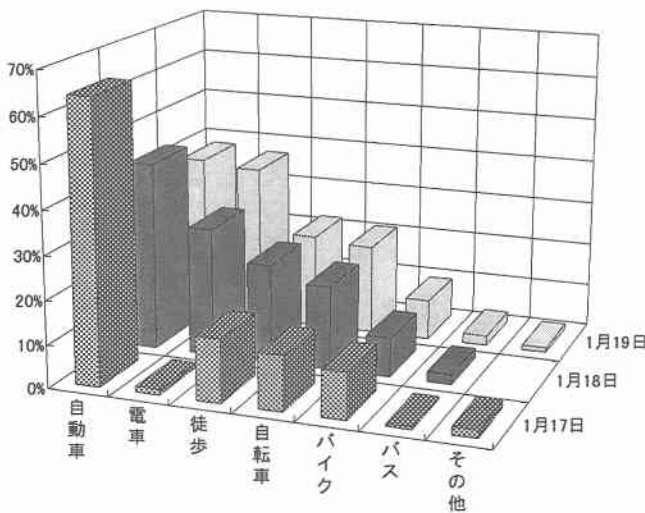


図-2.4.6 出勤再開時の利用交通手段

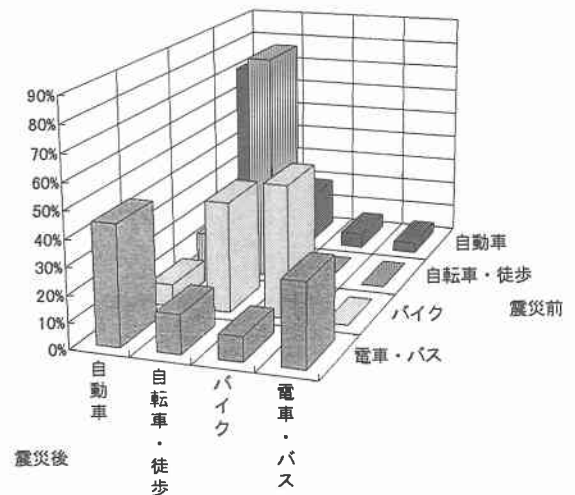


図-2.4.7 震災前と出勤再開時における代表交通手段の変化

さらに図-2.4.7は、震災前と震災後の出勤再開日における利用交通手段の変化（ここでは代表交通手段とした）を示したものである。これによるといずれの交通手段についても、震災前後で同じ交通手段を利用した被

験者の比率が最も高くなっている。特に、震災前に「自動車」を利用していた被験者では、63.9%が震災後も「自動車」を利用している。また、震災前に「電車・バス」などの公共交通機関を利用していた被験者については33.6%が、震災後「自動車」に利用交通手段を変更している。

c) 通勤所要時間の比較

直後3日間に最初に出勤した被験者のうち、震災前後のいずれもマイカーを利用した被験者80人を対象として、震災前後の平均通勤所要時間を比較した。これによると、平均の通勤時間は震災前と後でそれぞれ32.9分、86.4分であり、震災後は前の2.6倍となっている。このように当時は道路交通事情が極端に悪化していたことがわかる。

2.4.4 震災直後3日間におけるマイカーの利用要因

(1) マイカーを利用した理由

震災直後の3日間にマイカーを利用した理由（複数回答）を地域別に示したものが、図-2.4.8である。これによると、いずれの地域でも「他に利用できる交通手段がなかったの」が最も高く、特に神戸市西北部やその他兵庫県南部地域では約7割を占めている。次に阪神地域や神戸市中東部の、被害の大きかった地域では「荷物を運びたかった（48.6～47.1%）」、「数人が一度に移動できるから（38.3～41.3%）」といった回答が高い比率を示している。

特にその他の理由の中には、病人や高齢者、幼児などを伴った移動で、他に代わる交通手段がなく、マイカーを使用せざるを得なかったといった、当時の差し迫った状況を指摘する回答もみられた。

一方、実際にマイカーを利用して困ったこと（複数回答）を地域別に集計した結果が図-2.4.9である。これによると、いずれの地域でも「道路混雑で時間がかかった（71.3～85.4%）」の比率が最も高く、次いで「破損して通行できない道路があった（33.3～68.9%）」といった回答が、特に阪神地域や神戸市中東部で多く見られた。続いて「交通規制で思うように走れなかった（34.0%）」では、規制下にあった阪神地域において他の地域よりも比率が高くなっている。このように実際にマイカーを利用して、十分に走行できる状況になかったことがわかる。さらに「燃料切れの心配（36.5%）」については、神戸市中東部でガソリンスタンド等が機能停止したことにより他の地域より比率が高くなっている。

またその他に困ったこととしては、迂回路がわかりにくい、交通事故や火災の恐れ、パンクの心配、トイレに行けない、といった項目が挙げられている。

さらにマイカーを利用した被験者に、経路の選択方法（複数回答）を尋ねた結果によると、「通り慣れている道だから」が68.8%と最も多かった。また、「ラジオ等からの情報を得た」という被験者も13.4%みられるものの、「行き当たりばったり（28.2%）」や「人づてに聞いて（9.8%）」といった回答も見られ、震災直後には道路交通情報が、必ずしも被験者に充分行き渡っていなかったことが伺える。

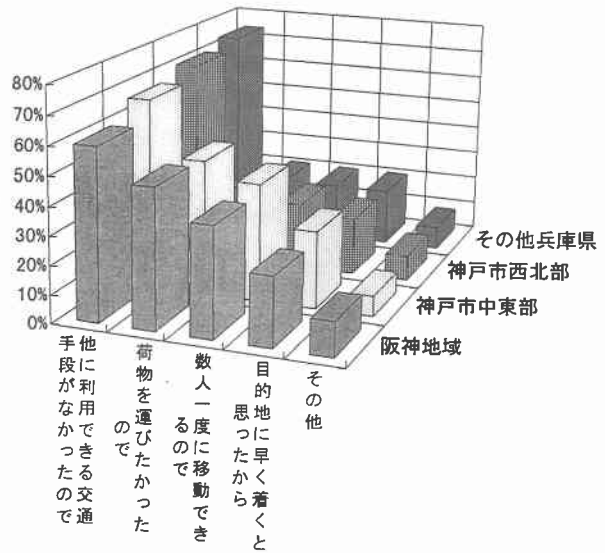


図-2.4.8 マイカーを利用した理由（複数回答）

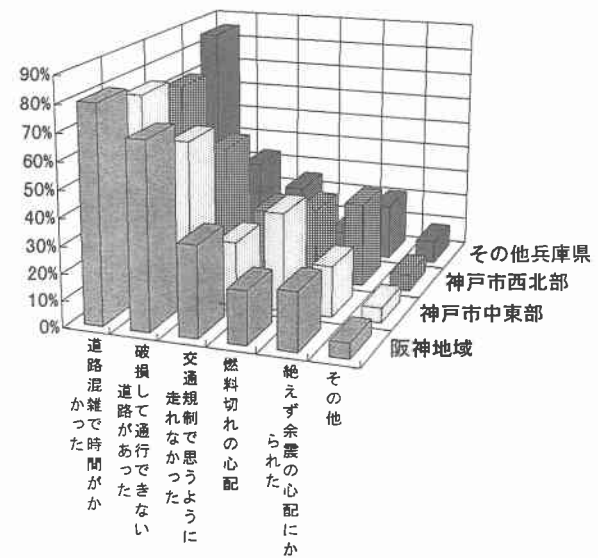


図-2.4.9 マイカーを利用して困ったこと（複数回答）

(2) マイカーを利用しなかった理由

震災直後3日間にマイカーを利用しなかった理由(複数回答)を地域別にみたのが、図-2.4.10である。いずれの地域も、「道路が混んでいた(52.9~66.7%)」、「利用を控えるべきだから(52.8~66.7%)」、「道路が通じているか不安(27.8~52.8%)」といった回答が多かった。このように、震災による道路状況の悪化とともに、災害時であるので利用を自粛すべきであると考え、自動車を利用しなかった被験者も多かったことがわかる。また、地域別にみてもその理由に差異がみられ、被害の大きかった阪神地域や神戸市中東部では、「道路混雑」に加えて、「道路が通じているか不安(41.7~52.8%)」の比率が高くなっており、さらにこうした地域では、「利用を控えるべきだから(52.8~56.6%)」の比率がやや低くなっており、マイカーを利用する必要度は高かったものの、道路状況から判断して利用できなかった被験者が他の地域より多かったことが伺える。

またその他の理由としては、危険だから、運転に自信がなかったため、車の鍵をなくしたため、といったことが指摘されている。

(3) 情報伝達手段の有無と交通行動

1年後調査では、肉親・知人などの安否確認や出勤・登校のために移動した被験者に対し、電話などで相手先と連絡を取ることができた場合の対応について尋ねている。この結果を集計したところ、安否確認、出勤・登校のいずれの目的の場合も、「たとえ電話が通じて連絡が取れても行動に移す」という被験者がそれぞれ全体の64%、69%を占めている。一方で、「連絡が取れたら移動しなかった」という被験者もそれぞれ29%、22%となっており、これらの被験者が移動を控えることができたならば、少なからず交通量の削減が見込めたと推測できる。

2.4.5 震災半年後のマイカー利用に関する意識

(1) 震災前後におけるマイカー利用回数の変化

震災から半年経過時点と、震災前のマイカー利用回数の変化を地域別に示したが図-2.4.11である。被害の大きかった阪神地域や神戸市中東部では、マイカー利用回数が「減った」とする比率が4から6割、「震災前と同程度まで回復した」とする比率は4から3割程度となっている。当時の阪神間における断面交通量(芦屋川断面)は、震災前(平成6年10月)には252,990台/日であったのが40%程度にまで減少しており、こうした結果にも反映されている。これに対して、被害の小さかった神戸市西北部やその他兵庫県南部地域では、半数以上が半年後にはほぼ震災前と同程度までマイカーの利用が回復している。

また、マイカーの利用回数が震災前よりも減った最も大きな理由(複数回答)としては、「交通規制のため(70%)」、「復興のための車両を優先させるべきだと考えたから(41.1%)」が挙げられている。このようにマイカー利用に対する規制が大きな影響を与えているが、半年経過時点でも、意識的に利用を控えている被験者も多

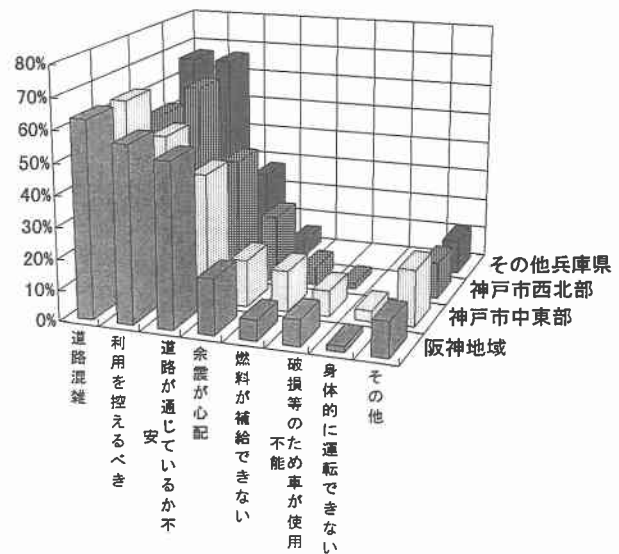


図-2.4.10 マイカーを利用しなかった理由 (複数回答)

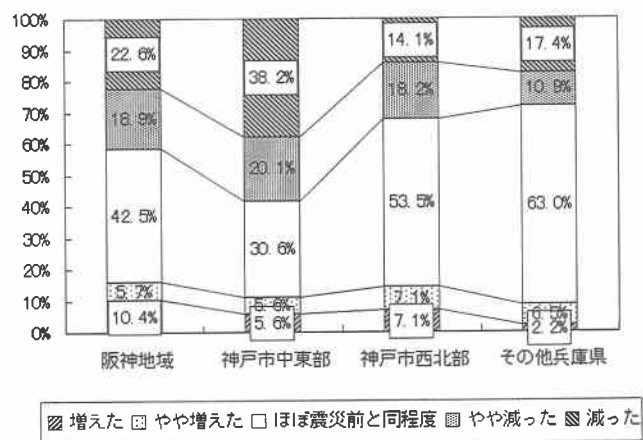


図-2.4.11 地域別にみた震災前後のマイカー利用回数の比較

く存在することがわかる。逆に、震災前よりも利用回数が増えた理由（複数回答）として、「公共交通機関が不通のままであるから（28.3%）」、「荷物や複数の人間をともなっているから（22.6%）」が挙げられている。

(2) 震災後の交通規制に対する評価

発災直後より被災地内では交通規制が実施され、

「災害対策基本法」に基づく交通規制の解除後も、2月25日以降は「道路交通法」に基づき復興物資輸送ルート等が指定されるなど、継続して交通規制が実施された。4月以降は、輸送ルートや規制の見直しが続けられ、規制時間が短縮されたり、除外車両が拡大されるなど、実情に応じて緩和措置がとられている。

図-2.4.12は、こうして実施されてきた交通規制について、概ね発災から半年間を振り返ってみた時の、被験者の評価意識を地域別に示したものである。これによると、いずれの地域でも約4割の被験者が「適切である」と回答している。また「緩い」、「やや緩い」と回答した被験者は、「厳しい」、「やや厳しい」と回答した被験者の比率を下回っているものの、その差はわずかである。このように、多くの被験者が交通規制の実施を肯定的に、もしくはもっと厳しくすべきと考えていることがわかる。

さらに、交通規制の実施上の問題として、被験者の約半数が、「違法な車が流入して混乱を招いたこと（52.9%）」を挙げており、次いで「どうしても通らなければならない道路が交通規制されたこと（40.0%）」、「交通規制の内容があいまいなこと（33.2%）」となっている。また、その他の意見として、状況に応じて交通規制内容を変更をすべき、迂回路の指示が悪い、などが挙げられている。

(3) 震災時のマイカー利用の有用性の評価

震災時にマイカー利用が役立ったかどうかについて、

地域別に集計したのが図-2.4.13である。この図より、神戸市西北部においては「とても役立った」、「やや役立った」を合わせた比率は75.8%と他の地域より高くなっており、郊外地域ではマイカーが貴重な交通手段であったことがわかる。また、被害の大きかった阪神地域や神戸市中東部でも、半数近くは役立ったとするものの、「役立たなかった」または「あまり役立たなかった」とする比率が、19~20%と他の地域よりも高くなっている。特にその他兵庫県南部地域では、「どちらともいえない」の比率が他の地域よりも高くなっているが、これは震災直後はともかく震災の影響や、震災に関わるマイカー利用の必要性が他の地域よりも小さかったことが起因しているものと思われる。

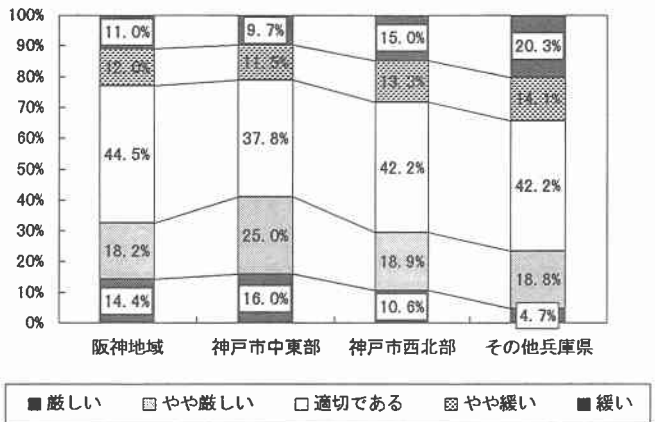


図-2.4.12 地域別にみた交通規制に対する評価

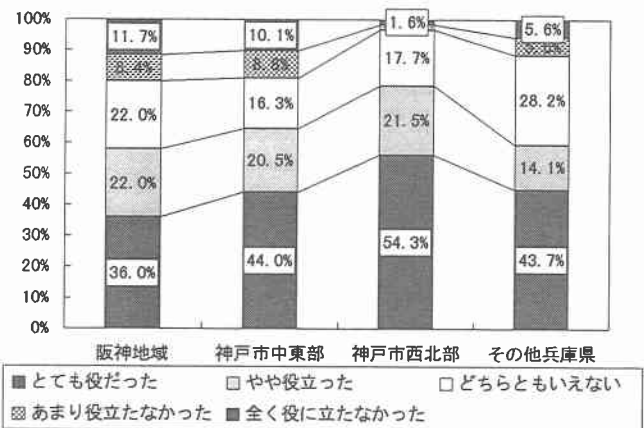


図-2.4.13 地域別にみたマイカー利用の有用性の評価

2.4.6 災害時のマイカー利用上の課題

本研究では、震災直後の3日間という、きわめて重要な時期におけるマイカー利用者の行動を明らかにしてきた。この結果、今回の震災では、利用目的として、安否確認や状況把握、避難、物資の運搬や人の搬送など、災害時特有の目的と同時に、出勤も大きな比率を占めていることが明らかになった。また、地域の被害の大きさや時間の推移によって、利用目的に変化が見られることもわかった。さらに、震災直後は、被災状況の把握が困難であった上に、交通規制が有効に働かず、道路容量が著しく低下した状況の中で、緊急・救援車両の通行とこうしたマイカーが混在し、大渋滞を発生させる一因となったことを示した。ここでは、これまでに得ら

れた分析結果を踏まえて、まずこうした災害時におけるマイカー利用上の課題について述べる。

①利用目的別にみたマイカー交通削減の可能性

震災直後には安否確認や状況把握が利用目的として顕著であったが、本研究で示したように、もし相手先と何らかの方法で連絡が取れていれば移動しなかったという指摘もある。このことは災害時においても情報通信手段を確保し、安否確認や職場の状況把握を容易にすることによって不要な交通を削減できることを示唆していると言えよう。

また物資の運搬といった目的も、食料・生活必需品を親戚・友人に届けたり、買い出しに出かけるなどがその大半を占めていた。したがってこれらの物資を災害時のために平常から備蓄しておけばそのための交通を減らすことができると考えらる。

さらに、今回特に出勤目的での自動車利用が多く見られたが、こうした緊急時には、職務上必要な場合を除いて、出社すべき人員を選別し出勤交通を減らすことが必要である。また職場への交通手段として、自転車等を利用するなど、車を利用しない工夫を行うことも是非とも必要である。特に、調査結果に示されるように、平常時から通勤に車を利用している被験者は、発災時にも車を利用した比率が高かったが、こうした災害時に利用可能な、車以外の代替手段を平常時から検討しておくことが重要である。

②災害時における行動規範の周知、徹底

災害時には自動車の利用を控えるというのが原則であり、本研究で示したように、現実にマイカーの利用を控えるべきと考えた被験者も多かった。しかし一方で、今回の震災では発災直後に災害の全体像が全くつかめなかったことや、対象地域で地震が発生すること自体予想もされていなかったことなどから、直後に交通が集中的に発生するなど大きな混乱が見られた。したがって被災状況の正確な伝達とともに、災害時の行動規範として自動車の利用を控えるべきであるという原則を、平常時から市民一人一人が心がけることが重要である。

③交通規制の早期実施と道路交通情報の迅速な提供

本研究で示したように、今回の震災では車を利用した被験者は交通規制による通行制限よりも、むしろ交通渋滞や道路の損壊に困ったと答えている。また直後は交通規制区間において一般車の通行が見られるなど、当時必ずしも交通規制が機能していなかった状況がわかる。さらに車の利用者からは、道路交通情報も役立つなかったことが指摘されている。このように交通管理機能が全く麻痺してしまった原因としては、管制センターのダウンや信号機の滅灯をはじめ、被害状況を把握するのに時間を要したこと、人命救助が最優先されたため交通規制のための人員が不足したことなどがあげられる。

こうしたことから、今後は交通管理のためのハードウェアの耐震性を向上させるとともに、災害発生時には救助・救援活動とは別に、早期に被災状況を把握し交通規制を実施するために要員を別途確保することが重要である。そして迅速に、かつ適切な道路交通情報を提供することによって、自動車利用の自粛と迂回路の指示などを行い、混乱を防止する必要がある。また一方で、災害時に実施される交通規制の具体的な内容を平常時から公表し、事前に市民に周知させるべきであろう。

④緊急性をもった一般車両への対応

今回の調査結果から明らかになったように、マイカーであっても震災直後は不足する救急車の代用をしたり、遺体の搬送を行った例も見られる。また高齢者や乳幼児、病人を抱えての避難で車を利用せざるを得なかったという指摘もある。発災直後は、緊急・救援車両の通行に限定すべきであり一般車両の利用は規制すべきであるが、一般車両が場合によっては緊急車両に近い目的で利用されることも現実には起こりうる。しかしこうした利用が予想されるにもかかわらず、今のところその対応は不明確である。今回の経験から、時間経過の中で車の様々な利用のされ方が明らかになっており、このことを踏まえて今後は規制と同時に、仮に一般車両の利用を認めるとするならば、どのような目的に限るのか、またそうした車をどのようにして区別するのかについて検討することが必要である。

⑤時間経緯に応じた交通規制の運用

半年間にわたって実施された交通規制に対しては、被験者は概ね適切であった、またもっと厳しくすべきであると回答しており、肯定的に捉えている。直後の混乱期を除けば、震災前と比較したマイカーの利用回数の変化から見ても、交通規制がマイカーの利用を抑制するのに効果があったと思われる。しかし一方で、代替交通手段が乏しい中、災害時であっても車の利用が役立つとする意見も多く、こうした交通規制の実施につい

ては、道路の復旧や復興状況に応じて、時間帯や区間など規制内容を見直すなどの柔軟な対応を図ることも必要である。その際、規制の実効性を高める上で、規制内容の周知と違法な車両の取り締まり（たとえば今回、通行標章の不正な複製が行われた）が肝要である。

次に、今後に残された本研究の課題を以下に述べる。

- ①すでに述べているように、マイカー利用については、本研究と類似の実態調査がいくつかの研究グループによって行われているが、今後はこれら調査結果との比較検討を行うとともに、相互に調査結果を補完しあうことによって、震災後の交通実態の全体像をより明らかにしていく必要がある。
- ②今回の調査分析結果は、あくまでも早朝に地震が発生した状況下におけるものである。したがって大半の被験者は住居におり、発生トリップもほとんどが自宅を起点としている。当然のことながら地震が他の時間帯に発生していれば、全く異なった交通状況が生み出されるため、異なる時間帯についての検討が必要である。
- ③本研究では、マイカーの利用に焦点をあてて調査を行ったが、今後の防災計画において、緊急輸送路の設定や救援物資の配送拠点の配置、また総合的な交通管理を行うためには、一般車両に加えて様々な緊急・救援車両を含めた全体としての車両台数の把握が必要であり、そのための交通需要の予測方法を検討することが求められる。

2.5 震災後の神戸・阪神地区における交通事故

2.5.1 被災地の交通事故実態

阪神・淡路大震災は、震災による直接的被害だけでなく、鉄道・道路等の交通施設被害と重なって、二次災害的な交通事故の急増をもたらした。しかも、それは時間を経過しても改善されず、震災後遺症の一つとして問題となった。これらは、地区毎の被害状況やそれに対して求められる活動の内容に大きく影響されたことは言うまでもない。そこで、これまでに報告されている震災後の道路交通実態^{24)~26)}を踏まえた上で、本稿では、これら様々な状況が遠因となって増加した交通事故の実態^{27)~29)}を詳細に把握し、震災がこれにどのように影響したのかを明らかにすることによって、災害時の道路交通運用のあり方³⁰⁾について考察することにした。なお、震災による被害は、地域や地区によって異なっており、その影響を厳密に調べることは容易ではないが、本稿では警察管轄区分を便宜上の地域区分として分析した。また、震災後の復旧・復興期に関連する分析では、平成9年夏現在で入手可能な最新のデータを用いることとした。

(1) 時間経過別事故発生状況

震災後における兵庫県内の人身事故件数の推移をみると、発災直後の1月には減少したものの、3月には前年比で19%増となり、その後年間を通して平均10%程度の増加を示した。さらに、翌平成8年に入っても大きな改善はみられず、平成6年に比べて依然5%程度の増加を示した(図-2.5.1)。このことは、発災後から復旧・復興の長期間にわたって、交通事故という形で震災の影響が継続したことを示している。とくに、事故件数では神戸地域(前年比+17%)、死者数では阪神地域(前年比+23%)の増加が顕著であった(表-2.5.1)。一方、事故発生に係る特徴は地域によって異なっており、全体として時間経過に伴って、事故多発地域が被災中心部から周辺部へ移行しており、その事故発生傾向は、地震による被害の状況、交通目的や利用可能手段等の条件の違いがこれに影響したと推測される(表-2.5.2)。

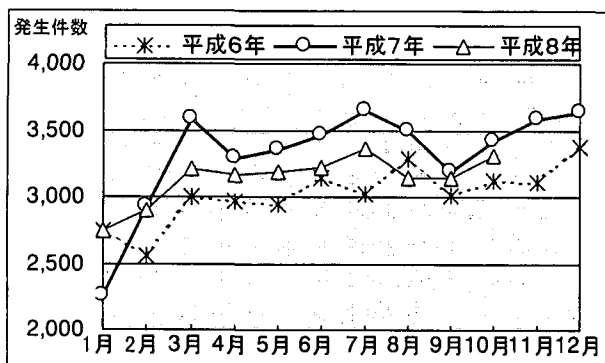


図-2.5.1 震災後の人身事故発生状況(兵庫県内)

表-2.5.1 被災地域における交通事故発生状況

地域区分	人身事故件数			死者数		
	1994	1995	増減(%)	1994	1995	増減(%)
県全域	36280	39830	+ 9.8	490	482	- 1.6
被災地	22957	25752	+ 12.2	252	262	+ 4.0
神戸	9389	10985	+ 17.0	97	104	+ 7.2
阪神	9022	10195	+ 13.0	66	81	+ 22.7
東播	2426	2679	+ 10.4	29	32	+ 10.3

注 1) 被災地計には、上記3地域以外に淡路、高速隊、交機・淡路管轄分を含む。

2) 東播は吉川町を含む2市1町、阪神は猪名川町を含む6市1町。

表-2.5.2 時間経過に伴う交通事情と交通事故の特徴

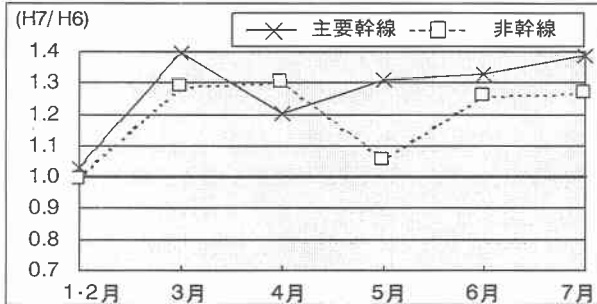
時間経過	震災被害に伴う交通事情	交通事故の特徴
全 体	○時間経過に伴う種々の交通需要発生	●事故急増 ●事故多発地域が周辺部へと拡大
	○交通目的・利用可能手段が異なる	●事故発生状況が異なる
	○非幹線道路でも建物倒壊等によって通行制限・幹線迂回車の進入	●非幹線道路でも事故増加
	○通行不能や渋滞に伴う経路変更	●右左折事故・追突事故の増加
直 後	○震災直後の自動車利用が困難	●事故はむしろ少ない
	○機動性の高い二輪車の多用	●2月、3月に二輪車事故急増
	○道路損壊等による走行環境の悪化	●転倒事故の増加
復 旧 期 以 降	○交通規制により乗用車の利用減少	●乗用車事故は微増に止まる
	○物資輸送や復旧用貨物車の急増	●貨物車は2月以降継続的に増加

(2) 道路種別事故発生状況

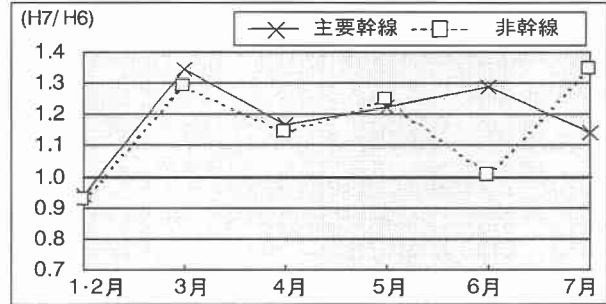
幹線道路の事故発生状況(表-2.5.3)は、報道等によって知られているが、非幹線道路でも建物の倒壊や火災によって通行がかなり制限された上に、幹線を迂回する車が進入したため、幹線道路とほぼ同様に事故が増加した(図-2.5.2)。

表-2.5.3 主要幹線道路の事故率(件/億台和/年)の変化

事故率	中国縦貫	第二神明	阪高北神戸	阪高湾岸	国道2号	国道43号	山手幹線
H6年	12.6	23.5	8.7	27.0	327.1	100.6	264.3
H7年	18.2	26.2	12.5	10.3	403.3	162.7	369.7
(%)	+44	+11	+43	-62	+23	+61	+39



【神戸地域】



【阪神地域】

図-2.5.2 道路種別交通事故発生状況(神戸・阪神地域)

(3) 車種別事故発生状況

目的や道路状況・通行状況によって、利用される手段は異なる。そこで、車種別の事故発生状況を見ると図-2.5.3のようであり、乗用車の事故は若干の増加にとどまっているが、二輪車は2、3月に急激な増加を示し、貨物車はそれ以降も徐々に増加していることがわかる。このことは、震災直後には自家用車の使用が困難であったり、規制等により利用が控えられたのに対して、機動性の高い原付等の二輪車が多用され、その後復旧工事が本格化する中で、貨物車両が急増したという事実に対応している。

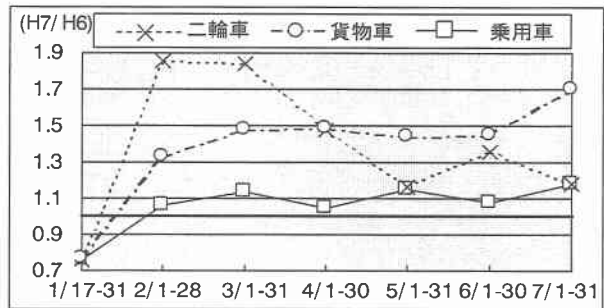
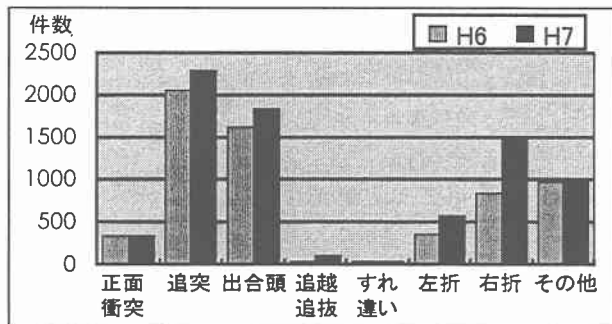


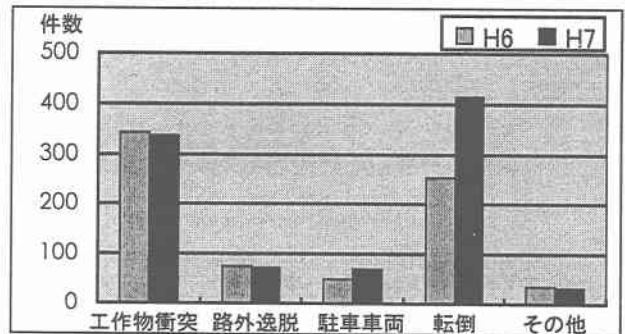
図-2.5.3 車種別にみた事故発生状況(H7/H6比)

(4) 類型別事故発生状況

図-2.5.4をみると、事故類型にも震災に伴う交通状況による影響が認められる。例えば、通行不能や渋滞に伴う経路変更によって右左折や車線変更が増えたために、右左折時の事故や追突事故が増加したと考えられる。また、原付をはじめとする二輪車の増加と道路損壊等による走行環境の悪化が原因と思われる転倒事故の増加もみられる。



【車両相互】



【車両単独】

図-2.5.4 類型別にみた事故発生状況

2.5.2 被災に伴う交通事故の特徴

(1) 震災後の交通活動と事故特性

これまでも述べてきたように、震災後の時間経過に応じて交通施設等の被害状況が変化し、その中で非日常的かつ多様な目的の交通需要が発生し、その時々で様々な交通問題が生じるようになった。このことは、交通事故の発生形態にも少なからず影響したと考えられる。そこで以下では、目的に応じて多用されたと考えられる車種別の事故特徴と、交通規制に伴って迂回運用された道路での事故発生状況に着目して、その実態を明らかにすることとした。また、地域の被災程度によって事故の発生状況は大きく異なると考えられるが、これについては2.5.3で詳述する。

(2) 交通主体別事故特性

1) 二輪車事故特性

震災直後から二輪車が多用されたことは知られているが、このことは二輪車等の登録台数からも明らかであり、とくに被災地では直後のみならず、翌年にかけても高い伸び率を示した。このような需要増加に対して、道路損傷や運転不慣れ、あるいは交通法規の軽視等のために、事故につながったものと想定される。そこで、二輪車事故の推移をみると、図-2.5.5のように震災後前年比で34%という大幅な増加を示しており、しかも平成8年後期に入るまでの長期間にわたって、震災前のレベルを超えた状態が続いた。

2) 貨物車事故特性

貨物車は救援物資の輸送、復旧機材や瓦礫の運搬など多様な目的に活用され、二輪車以上に顕著な増加を示した。その結果、貨物車による人身事故は前年の1.5倍という大幅な増加を示した(図-2.5.6)。また、平成8年には沈静化の兆しを見せ始めたが、依然震災前の2~3割増加の状態が続いた。一方、復旧・復興期には、大量の瓦礫運搬需要が生じたが、処分地や仮置き場の選定に手間取ったため、これら処分地周辺及び積出港への搬送ルートに交通が集中し事故が多発した。

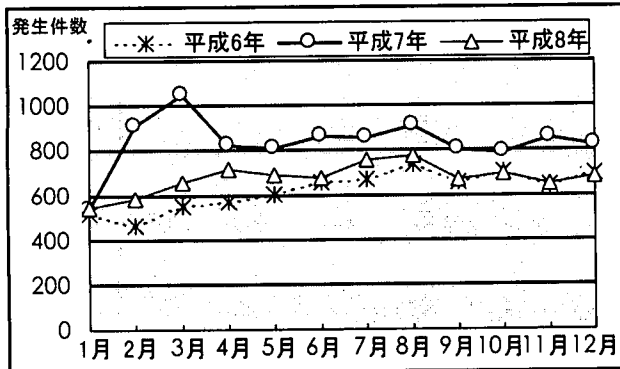


図-2.5.5 被災地域の二輪車事故発生状況

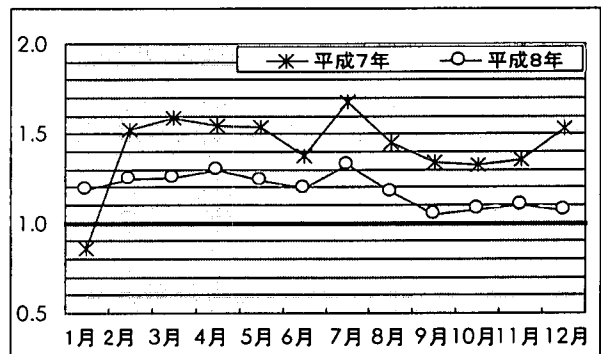


図-2.5.6 被災地域の貨物車事故発生状況(平成6年比)

(3) 道路運用に伴う事故特性(迂回路での事故特性)

1) 迂回路の交通状況の変化

震災直後から、被災地域への通過交通等の流入を抑制するため交通規制が実施されるとともに、城内、域外(外周)および広域の迂回ルートが設定された。被災地域の事業所と市民に対するアンケート調査でも、迂回路による自動車利用が多かったことが示されており²⁶⁾、交通規制と迂回路の指定と誘導による交通運用が効果的であったと考えられる。図-2.5.7、図-2.5.8は迂回路の交通量と大型車混入率の推移の一例を示したものである。未曾有の大規模災害であり、十分なデータが収集されていないため、これらから明確な結論を導き出すことは難しいが、概ね次のようなことを指摘することができよう。

- ①城内迂回路の交通量は、時間経過に伴う道路復旧と交通需要の沈静化によって大幅に減少した。
- ②外周や広域迂回路でも次第に交通量は減少しているが、そのレベルは依然震災前より高い。
- ③大型車の交通量は、いずれの迂回路においても震災前のレベルを上回っている。
- ④これらのことから、震災後2年以上を経過し、高速道路等の主要幹線道路が復旧した後でも、大型車は迂回路を利用する傾向が強く、これらの道路での環境悪化が懸念される。

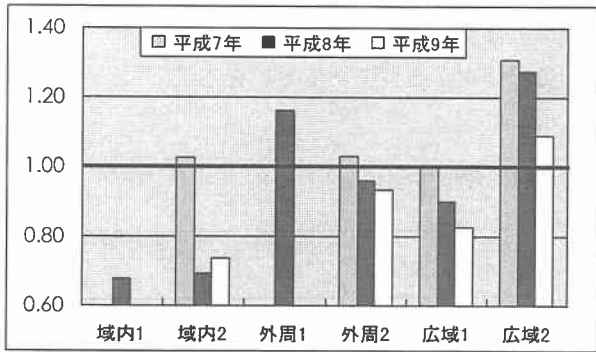


図-2.5.7 迂回路交通量の推移(平成6年比)

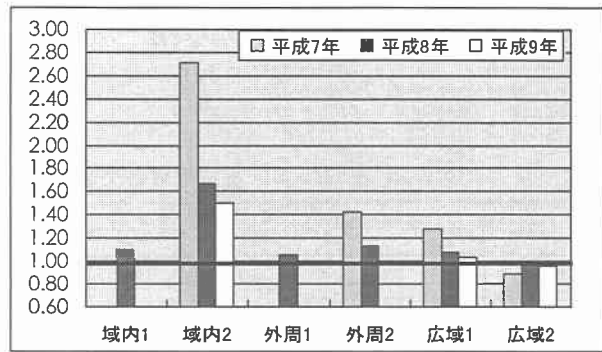


図-2.5.8 迂回路の大型車混入率の推移(平成6年比)

2) 迂回路での交通事故発生状況

上述のような交通条件を踏まえた上で、これらの路線における交通事故発生状況をみると、表-2.5.4 および図-2.5.9、図-2.5.10のようであり、これらから次のような特徴を読みとることができる。

- ①被災地域内では道路復旧に伴って、平成8年の減少傾向が顕著である。
- ②広域でも交通需要の沈静化と相まって平成8年には増加率が縮小している。
- ③外周では、依然として迂回路の利用率が高く、事故件数も増加傾向にある。
- ④夜間事故の比率が依然高いことから、夜間大型車の通行量は減少していないと考えられる。

表-2.5.4 迂回路における交通事故発生状況

地域	迂回路線名	H7.10	H8.1
域内	浜手幹線(域内1)	66.7	-61.1
	鳴尾御影線	85.7	-42.9
	尼崎山手幹線	-8.8	-35.0
	神戸山手幹線(域内2)	34.2	14.6
外周	国道428号(外周2)	7.1	17.2
	神戸三田線	35.0	5.8
	三木三田線(外周1)	25.0	22.1
	明石神戸宝塚線	0.5	-22.0
	山麓バイパス	105.0	95.0
	宝塚唐櫃線	5.0	20.0
	神戸港湾道路	-64.7	-29.4
阪神高速北神戸線	183.3	250.0	
広域	国道9号	7.8	6.4
	国道176号(広域2)	20.9	5.9
	国道372号(R175広域1)	12.7	6.9
	尼崎宝塚線	5.8	16.5

注 1) 表中の数値は平成6年件数に対する増加率(%)を示す
2) ()内は図-2.5.7、図-2.5.8の路線名に対応する

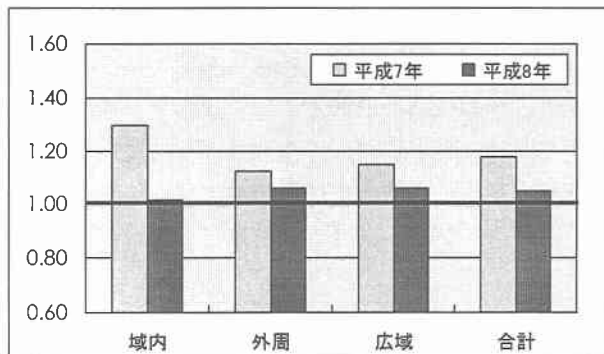


図-2.5.9 迂回路の事故発生状況(平成6年比)

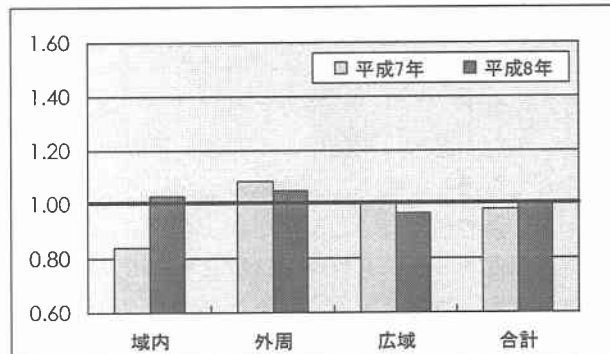


図-2.5.10 迂回路の夜間事故率(平成6年比)

2.5.3 地域別交通事故の特性

(1) 事故特徴からみた地域の分類

これまで、震災の被害やそれに伴う交通状況を踏まえながら、交通事故の発生状況を様々な観点から分析してきたが、ここでは、とくに被災程度と事故発生との関係を調べるために、震災による被害と交通事故増加の大小から地域を大まかに分類し、各グループ毎に事故の特徴をみることにした(表-2.5.5)。なお、ここでの分析には平成7年1月～7月のデータを用いた。

(2) 地域別の交通状況と事故特徴

それぞれの地域での特徴的な事故の発生状況は、表-2.5.6のように整理することができる。ただし、こ

の期間のデータではCやDグループでの事故が他と比べて多いとは言えないが、分析対象期間以降の復旧・復興期にかけては、迂回路への交通需要の歩留まりが事故多発傾向を継続させている状況もあり、交通管理上はAやBグループだけでなくこれらの地域に対しても十分な検討が必要であるといえる(2.5.2(3)参照)。以下には、各グループ毎にその特徴を示すことにする。

表-2.5.5 震災被害と交通事故からみた地域(警察管轄区分)の分類

		震災の被害程度					
		大			小		
事故 件数	大	東灘 須磨	灘 伊丹	葺合 尼崎西	長田 尼崎北	垂水 三田	神戸西 神戸北 柏原
	小	生田 西宮	兵庫 宝塚	水上 尼崎中央	芦屋 甲子園 尼崎東	有馬 川西	篠山

→

		震災の被害程度	
		大	小
事故 件数	大	Aグループ	Cグループ
	小	Bグループ	Dグループ

表-2.5.6 地域別にみた交通状況と事故特徴

区分	Aグループ	Bグループ	Cグループ	Dグループ
地域 特徴	震災被害、事故増加ともに比較的大きい	震災被害の大きさに比べ事故増加率が比較的低い	震災被害が比較的小さく迂回路指定が多い	震災被害及び事故増加率ともに比較的小さい
交通 状況	○道路容量の著しい低下と多様な交通需要発生 ○幹線道路の渋滞と地区道路への迂回車両進入 ○機動性の高い二輪車の増加(不慣れな運転操作、交通ルール違反) ○物資輸送や復旧のための貨物車の増加	○A地域と類似の状況 ○交通規制による乗用車の制限 ○比較的早期に復旧着手 ○A地域への復旧拠点	○通過交通や復旧車両の増加 ○規制緩和に伴う乗用車の増加	○震災直後の神戸方面への渋滞
事故 特徴	◎二輪車事故や非幹線道路での事故増加 ◎二輪車の転倒事故増加 ◎本格的復旧期の貨物車事故の急増	◎震災後の二輪車事故の増加 ◎復旧期以降の貨物車事故の継続的増加 ◎乗用車事故は増加せず	◎震災直後の二輪車事故の増加 ◎復旧期以降の貨物車・乗用車の増加(迂回路)	◎二次災害の危険性 ◎交通規制対象範囲としての考慮が必要

1) Aグループ

このグループは、震災被害、事故増加ともに比較的大きかった地域である。これらの地域では道路容量が著しく低下する中、前述のような様々な交通需要が発生し、幹線道路の渋滞とこれを迂回する地区内道路への車両の進入、機動性の高い二輪車の増加が、二輪車事故や非幹線道路での事故増加をもたらしたものと考えられる。また、二輪車の運転に不慣れな場合も少なくなく、渋滞を避けて歩道上を通行するケースも多く指摘されていたが、これらは転倒事故増加の大きな原因になったと考えられる。さらに、本格的な復旧期に入った4月以降には、貨物車の事故が急増した。

2) Bグループ

このグループは、震災被害の大きさに比して交通事故がそれほど増加していない地域である。ここでもAグループと同様の交通状況であったと思われるが、全体に乗用車事故が減少しており、二輪車事故の増加も2~4月に集中しているのが特徴的である。これは、Bグループに含まれている地域が阪神地域に集中しており、交通規制の影響で自家用車の利用が制限されたこと、被害が全域に及んでいる地域と比べて復旧が早かったことによるものとも考えられる。また、二輪車と比べて、貨物車の事故が5月以降も増加したのは、神戸地域への復旧関係車両の増加によるものと考えられる。

3) Cグループ

震災被害の比較的小さかったこのグループでは、貨物車事故が増加している一方で、規制が緩和された5月以降には、乗用車事故にも増加傾向がみられる。これらの特徴は、このグループに迂回路として指定された地域が多く含まれていることに起因するものと理解される。

4) Dグループ

このグループでは、震災被害もそれほど大きくなく、事故の内容や件数にも前年までとの変化は認められなかった。しかしながら、震災直後には神戸方面へ向かう渋滞がひどかったことから交通規制のあり方を検討する際には考慮すべき地域といえる。また、Cグループともども、先に示したように、長期的には迂回路への交通需要の歩留まりが事故多発傾向を継続させたと言える。

2.5.4 交通事故の側面からみた交通運用の課題

これまでに、震災後の特異な交通状況の中で交通事故が継続的に増加したことを示した。また、その特徴を分析することで、原因となる交通の一側面を示した。ここでは、特に地域別の事故発生状況を中心とした検討を踏まえて、二次災害的な交通事故発生の防止を前提とした交通運用上の課題を以下に整理する。

- ①発災後の時間経過に応じて、その交通目的に対応する形で交通事故の増加が顕著であることから、被害程度の的確な把握と、目的の緊急度に対応した道路区間の指定と規制の早期実施が望まれる。
- ②被害の大きい地域では、発災直後の避難、救急、消防、安否確認、緊急物資の搬入、さらに復旧など時間経過に応じて様々な交通需要が集中するため、①への課題の対応がより重要となる。中でも、二輪車の通行空間の確保とその安全かつ効率的な運用システムの導入が必要であるといえる。
- ③被害の比較的小さい地域では、被害の大きい地域への復旧支援機能が求められるため、大型車両の通行を想定した構造上の強化（道路主体の強化と環境施設帯などの設置）が必要となろう。また、これらの地域には迂回路が指定されることが多く、長期にわたって交通の需要と事故が増加する傾向にあるため、長期的に交通状況を監視し、必要に応じて新たな交通規制の実施を検討することが望まれる。

大規模災害時に自動車の利用が混乱を大きくすることは自明であるが、利用者にとってその利用が緊急かつ不可避と考えられたことも事実である。それだけに、災害時にあつては、交通を規制する反面、的確な情報を迅速に提供し、生命にかかわる緊急度の高い交通を確保するための優先的的道路利用に関する合意形成が必要である。

また、発災後の時間経過によって目的が変化し、道路や交通の条件によって交通手段と経路が限定されたため、これに対応した特徴的な事故が多発した。特に、本稿で明らかになったように、被災後の交通運用は長期間にわたってその影響をもたらすのが特徴的とも言える。そのため、今後の災害時の交通運用に当たっては、この経験を生かして起こり得る事態を想定し、事前にこれに対処することが肝要であり、地域間道路網の再構成、道路断面や安全施設の整備を進める一方で、交通規制やその遵守性を担保するシステムなど交通運用にこれを反映させる方法の検討が急務となろう。

謝 辞

本稿の執筆に際し、兵庫県警察本部交通部交通研究所の各位には、交通事故データの提供や貴重な助言をいただいた。また、データの整理・分析に当たっては、(株)オオバ増田勝茂氏、大阪市立大学大学院吉田長裕氏に協力をいただいた。ここに、記して感謝の意を表したい。

2.6 被災地住民からみた震災後の交通規制の課題

2.6.1 はじめに

救援物資の安全で円滑な運搬を目的として、1月19日から災害対策基本法にもとづく交通規制が実施された。その後、時間が経過するにつれて道路や鉄道の交通ネットワークが復旧していくと同時に、復興・復旧物資輸送交通と通勤や業務等の日常活動交通が混合し始め、交通量とともに交通の質も変化していった。この変化を受けて交通規制の大幅な見直しをはかり、復興等除外指定車両のみ通行可能な復興物資輸送ルートと指定車両と貨物車、タクシー、二輪車が通行可能な生活・復興関連物資輸送ルートに分けて、交通目的別に運搬ルートを指定した。以後、経済活動の復興と交通ネットワークの開通状況を考慮しながら、96年8月10日に全面解除されるまで規制時間等の見直していった。

被災地の早期復興を目的として自動車交通をコントロールしてきた一方で、規制地域内部、周辺の住民は自動車による移動が制約されてきた。さらに、道路ネットワーク容量が低下したことに加えて交通規制による迂回車両が代替ルートにあたる住区内道路にまで進入し、規制地区周辺の住環境の悪化をまねいてきたと考えられる。

そこで、本節では被災地住民の観点から震災後の自動車交通問題の発生状況を把握するとともに、今回実施された交通規制に関して復興・復旧活動に対しての有効度と日常生活を送る上での交通規制の不満を明らかにし、今後被災地住民の意識を考慮した交通規制を実施する上での課題を整理する。

2.6.2 震災時の交通規制に関する意識調査の概要

震災後の交通規制に関する意識には規制路線からの距離や自動車の代替交通手段である鉄道サービスレベルの変化等が関係していると考えられる。そこで本節では交通規制ルートまでの距離と最寄りの鉄道駅の不通期間を考慮して阪神間の5地区で調査を行った(図-2.6.1)。調査票は調査員が訪問配布し、1週間後に訪問回収する形式をとり、1995年12月に行った。

調査票を夙川南地区、六甲地区にそれぞれ600世帯1200部、深江地区、渦森地区、六甲アイランド地区にそれぞれ400世帯800部の合計2400世帯4800部配布し、有効回答数2252部(46.9%)を得た。なお、調査票は自動車利用者に優先的に記入してもらうように依頼した。

2.6.3 被災地の自動車交通問題の深刻度

居住地周辺の自動車交通に起因する問題として騒音、振動、歩行中の危険性、排気ガスによる環境悪化、自動車による移動の利便性をとりあげ、震災前の自動車交通問題の深刻度と震災後の状況の変化について質問を行った。震災前の深刻度については「気になることがあった」から「気になることがなかった」の3段階で、震災後の状況の変化については「気になることが増えた」から「気になることが減った」のやはり3段階の選択肢を設定した。さらに、地区ごとの特性を明らかにするためにこれらの回答を「気になることがあった」「増えた」を+1、「気になることがなかった」「減った」を-1と得点化し、地区ごとにグ

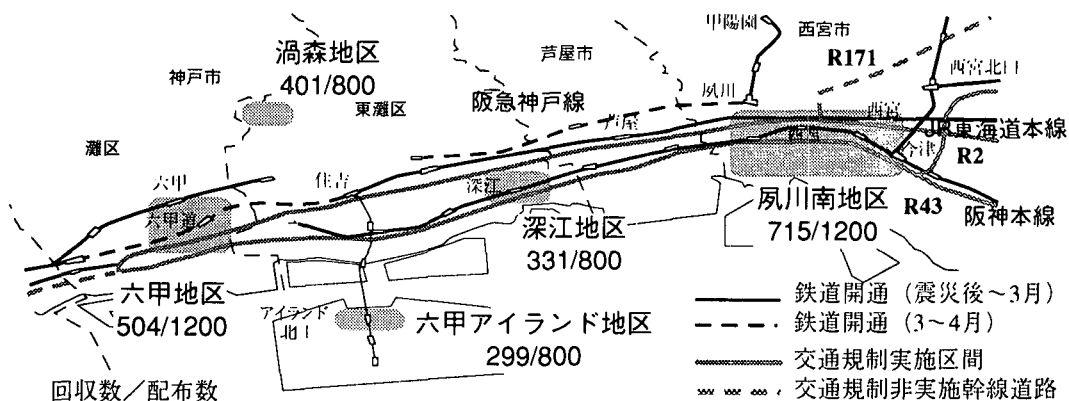


図-2.6.1 調査対象地区と3月・4月の時点の鉄道の開通及び交通規制実施状況

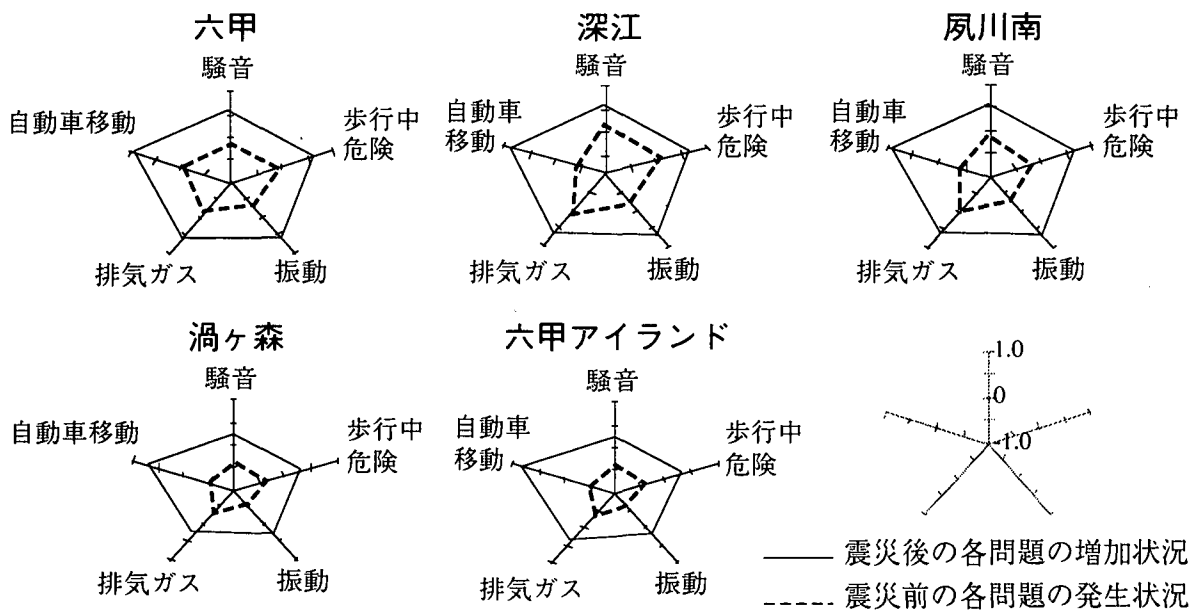


図-2.6.2 地域別の震災前後の交通環境の変化

ラフ化した(図-2.6.2)。図では外側にいくほどその地区の自動車交通問題が深刻であることを示している。

国道2号や43号のような幹線道路沿道の六甲、夙川南、深江の3地区では、震災前から騒音、振動や歩行中の危険性、排気ガスによる大気汚染などの自動車交通問題が顕在化していた。震災後は、復興物資を輸送する大型車両が増加したこととあわせて、それらの道路が交通規制対象路線となったため規制によって閉め出された自動車が住区内道路に進入してきたことによってさらに交通問題が悪化していたと考えられる。また、震災前には良好な住環境を保っていた渦ヶ森、六甲アイランド地区においても、他の3地区と比較するとその割合は少ないが震災後、環境が悪化していると回答している人が多かった。

自動車の移動の利便性については、震災前ほとんどの地区で不便に感じてはおらなかったが、震災後では、増えたとの回答が圧倒的であり、住民の感覚としても道路混雑や交通規制によって自動車による移動が不便になったと感じている人が多いことが明らかになった。

2.6.4 交通規制に関する被災地住民の意識

(1)交通規制の有効度と不満度に関する意識

交通規制に関する意識として交通規制の復旧・復興活動に対する有効度と日常生活からみた不満の程度の両面から探った。

交通規制の有効度に関しては復旧・復興活動状況とともにその意識は変化していると考えられるため、「震災直後から現在(調査時点の95年12月)に至るまで有効である」「震災直後は有効であったが現在では有効ではない」「震災直後から現在に至るまで有効ではない」の三つの選択肢を設定した。その結果、直後の交通規制に関しては68.9%が有効であったと認識しており、有効でないと感じていた人(4%)を大き

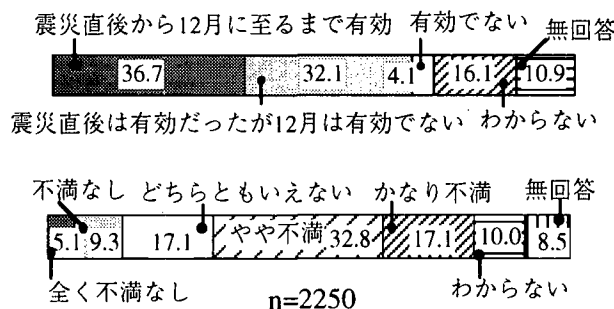


図-2.6.3 交通規制の有効度と不満度に関する意識

く上回る結果となった。しかしながら、95年12月の時点では震災直後は有効であったと感じている人のうち47%が有効でないと回答している（図-2.6.3）。

また、交通規制に対する不満の程度は「全く不満無し」「不満無し」をあわせた不満無し層が14%であるのに対して「やや不満」「かなり不満」をあわせた不満あり層は50%を占める（図-2.6.3）。

これらのことより実施されてきた交通規制に関して、震災直後においては被災地域内住民に対して理解が得られているが、全般には不満点が生じていることが明らかになった。

(2)交通規制の不満の理由

次に交通規制の不満の理由に該当する項目を挙げてもらった（複数回答、有効回答数1660）（表-2.6.1）。

25%をこえる不満の理由としては「規制の結果、生活道路にまで自動車が進入してきた(60.1%)」「交通規制区間の出入口で渋滞が激しかった(41.8%)」「復興・除外標章の発行がルーズ(37.2%)」「震災後初期により厳しい交通規制を実施すべき(31.9%)」「規制地域への進入車両の取り締まりがルーズ(31.4%)」「被災地域の住民は規制対象外にすべき(27.4%)」「交通規制の時間帯が長すぎる(27.2%)」が挙げられる。特に「生活道路にまで車が進入」については半数以上の人不満の理由として挙げており、自動車交通問題の深刻化の一因として規制路線を迂回する自動車をあげることができる。また、「規制対象地域が狭すぎる」や「時間帯が短すぎる」のように交通規制が緩やかすぎると回答しているのは5%に満たないが、「時間帯が長すぎる」「住民は対象外にすべき」等の厳しすぎると判断している人は10%を越えており、交通規制が被災地内住民にとっては厳しいと感じている傾向にある。しかしながら、震災後初期に関してはより厳しい交通規制を実施すべきであると回答した人が30%を越えていた。このことから、震災後初期においては、今回実施された線的な規制から、被災地域一帯を進入禁止にする面的な規制への転換が考えられる。なお1995年5月23日に災害対策基本法の一部改正案が閣議決定され、「都道府県公安委員会による災害時における車両の通行禁止又は制限に関する措置の拡充」「国家公安委員会の関係都道府県公安委員会に対する通行禁止等に関する指示」により、面的な規制を実施できるようになった。このことは、被災地域の住民にとっては望ましい改正と考えることができよう。

交通規制の不満点と交通規制の不満度と調査対象地区、自動車・許可証保有状況とクロス分析を行った（表-2.6.1）。規制の不満度に関しては「かなり不満がある」と「やや不満がある」をまとめて不満層とし、それ以外を不満なし層とした。全般的に不満層のほうが不満点として挙げている項目が多い。特に交通規制が厳しすぎるとした回答は不満なし層より大きく上回っている。

地区別には通過交通が少ないと考えられる六甲アイランド地区以外は「生活道路にまで自動車が進入してきた」と回答した人が50%を越えており、高い割合を占めている。規制地区の出入口での渋滞が激しいと

表-2.6.1 交通規制に対する不満の理由（複数回答可）（構成比%）

	合計	規制不満度		地区					自動車・許可証保有		
		不満なし層	不満層	六甲	夙川南	深江	渦森	六甲アイランド	自動車有許可証有	自動車有許可証無	自動車無許可証無
被災地の住民は規制対象外にすべき	27.7	20.0	32.3	28.4	27.1	30.7	34.4	31.4	43.2	31.5	13.1
規制対象地域が狭すぎる	2.8	4.0	2.4	2.4	2.8	3.5	6.0	1.7	8.0	2.1	3.8
規制対象地域が広すぎる	12.7	3.6	16.9	13.0	12.5	13.4	16.4	14.0	15.9	14.5	6.5
交通規制の時間帯が短すぎる	2.5	5.6	1.3	2.4	3.0	2.4	3.8	2.1	5.7	2.0	3.5
交通規制の時間帯が長すぎる	27.1	12.6	35.0	23.3	27.1	27.6	35.0	38.0	28.4	30.7	16.1
交通規制対象路線の揭示がわかりにくい	20.5	17.3	22.6	21.2	17.5	16.5	44.3	20.7	22.7	21.3	17.4
規制の結果、生活道路にまで車が進入	60.1	57.0	62.6	57.8	73.1	73.6	77.6	31.8	55.7	60.4	59.9
初期により厳しい交通規制を実施すべき	31.9	37.7	29.9	32.6	32.1	25.6	58.5	30.2	33.0	30.3	36.8
交通規制の内容の変更がわかりにくかった	27.0	21.7	30.0	27.9	23.1	27.6	45.4	31.4	21.6	28.7	23.2
規制地域進入車両の取り締まりがルーズ	31.4	28.0	33.2	28.4	32.8	33.1	50.3	29.8	38.6	31.3	30.2
除外標章の発行がルーズ	37.2	36.3	38.8	40.1	31.4	37.8	70.5	35.5	37.5	39.1	31.5
除外標章の受け取りが面倒だった	4.7	3.4	5.2	5.3	5.2	7.1	3.8	2.5	14.8	4.5	2.8
交通規制地区の出入口で渋滞が激しかった	41.8	31.8	47.8	39.8	42.1	42.1	57.9	49.2	55.7	44.8	29.5
交通規制の期間が長すぎる	18.2	8.5	23.6	14.9	16.1	23.2	25.7	24.8	20.5	21.1	9.1

注) は40%以上があげた項目を示す

回答した人の割合も高く40%前後となっている。渦森地区では規制対象路線の掲示が分かりにくい、規制内容の変更がわかりにくいなどの情報の伝達方法に起因するものや違法進入車両の取り締まりや標章の発行などの行政の不手際を指摘する項目が他の地区と比較して高い割合を占めている。特に、初期の交通規制に関しては他の地区よりひときわ高くなっている。

自動車と規制除外車両の許可証の有無に関しては、自動車に乗る機会が少ない両方とも保有していない人は一般的に不満点は少ない傾向にあるが、生活道路に自動車が進入してきたことに関しては日常生活と密接に関係しているため、他のカテゴリと同様に高い割合を占めている。一方、両方とも保有している人は規制地域違法進入車両の取り締まりが不徹底であったというように規制が緩やかすぎたと指摘する人が他と比べて多い一方で、被災地内の住民は規制対象外とすべきと回答している点が特徴的である。通行許可証を持っていない自動車保有者は、「規制時間帯が長すぎる」、「除外標章の発行がルールであった」等の指摘が多かった。

(3)交通規制に関する意識と各属性の関連

次に各個人属性の交通規制における意識特性を把握するために、各属性と交通規制の有効度と不満度の意識とのクロス分析を行い、縦軸に有効度の意識、横軸に不満度をとって、空間的に配置した(図-2.6.3)。縦軸にとった有効度の意識は「震災直後から12月まで有効である」と回答した人の割合を示している。横軸の不満度には「かなり不満」を+2点、「やや不満」を1点、「どちらともいえない」を0点、「不満無し」を-1点、「全く不満無し」を-2点と得点化して、すべての人が「かなり不満」と回答した場合には+1となるように調整した指標をとった。

全体の傾向として、交通規制の不満度が大きくなるほど、復興・復旧活動に対する交通規制の有効度が低いと感じている傾向にある。

時期別の自動車利用の有無に関して着目してみると、震災前、復興期の3月、4月での自動車利用者は不満度が高く、有効度も低いと感じている傾向にある。特に震災前の自動車利用者に関しては、震災後の

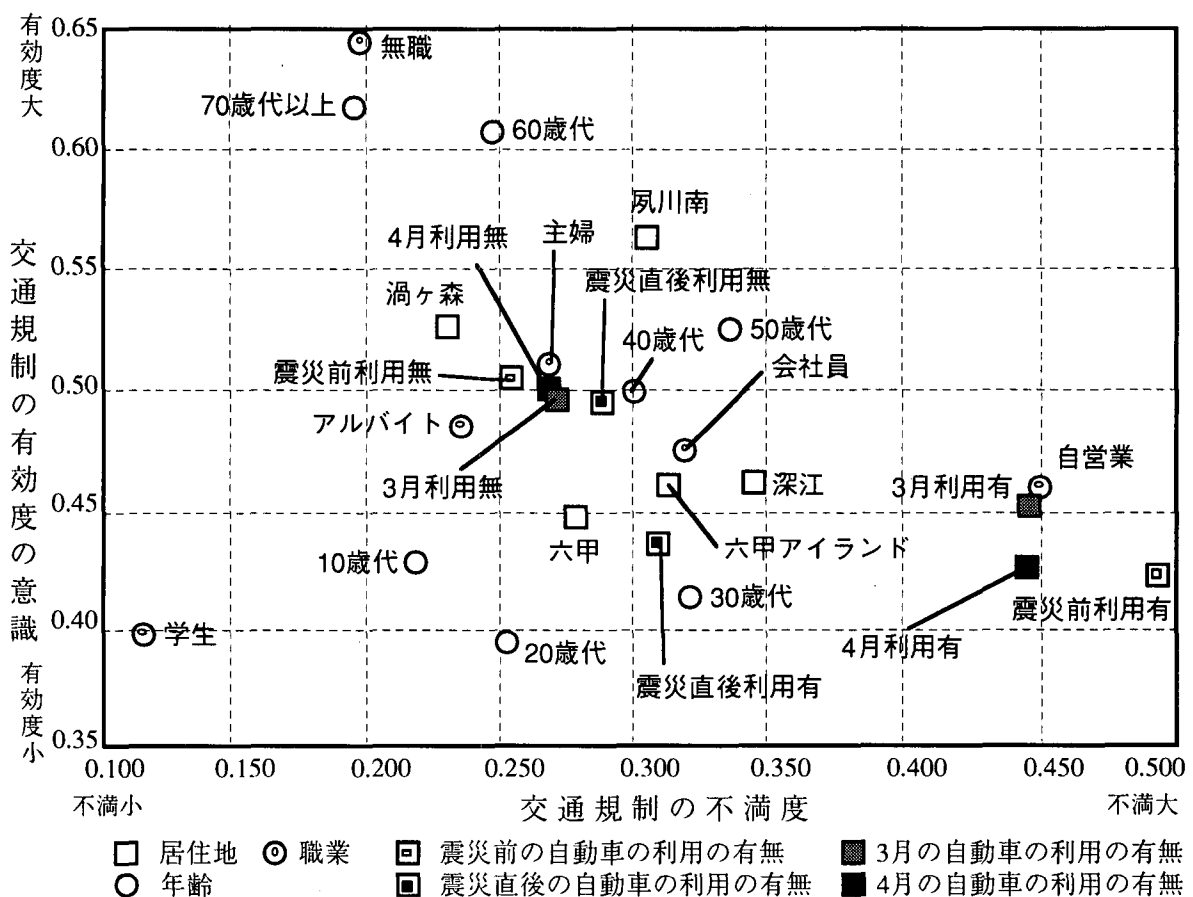


図-2.6.4 交通規制の有効度と不満度に関する意識と各属性の関連

表-2.6.2 交通規制の不満を外的基準とした数量化II類

説明変数		回答数	カテゴリスコア	レンジ	偏相関係数	性別	男性	女性	回答数	スコア平均	相関比
年齢	19歳以下	41	0.79	1.21	0.07 (2.41*)	地区	六甲	174	0.41	1.18	0.10 (3.31**)
	20歳代	141	0.28				夙川南	454	0.14		
	30歳代	217	0.14				深江	173	-0.77		
	40歳代	327	0.01				渦ヶ森	67	0.18		
	50歳代	178	-0.42				六甲アイランド	182	-0.07		
	60歳以上	146	-0.22				目的地	京都府・大阪府	62		
職業	自営業	60	-1.06	1.41	0.09 (2.92**)	目的地	大阪市	189	-0.22	0.98	0.06 (2.07*)
	会社員	517	0.06				尼崎・西宮・芦屋市	328	0.13		
	アルバイト	115	-0.25				伊丹・川西・三田市	17	-0.24		
	学生	64	0.17				神戸市以西	454	0.12		
	専業主婦	236	0.35				自動車と規制あり・あり	59	-0.42		
	無職	47	-0.49				制通行許可あり・なし	204	-0.27		
	その他	11	-0.59				の有無なし・なし	787	1.17		
	震災前の通勤買物交通手段	徒歩	577				0.19	0.49	0.07 (2.42*)		
自転車	267	-0.21	不満無し	129	0.461						
自動車	169	-0.34	どちらともいえない	143	0.244						
バイク	34	0.39	不満あり	487	-0.202						
自動車免許	あり	746	-0.19	0.66	0.07 (2.12*)						
	なし	304	0.47								

** 有意水準1% * 有意水準5%

自動車利用が制限されて、自動車利用を断念しなければならない人も含まれていることから、その傾向が顕著である。しかしながら、震災直後に自動車を利用できた層は交通規制の有効度の意識が低いものの不満という点からはその他の時期の自動車利用者と比較して低くおさえられている。このことから、震災直後に外部からの自動車の流入を制限しつつ、その一方では被災地域住民に対しては自動車利用を認可する規制形態をとってやることによって、ある程度交通規制の不満をおさえることが期待できる。

また、職業別では自動車利用機会が多いと思われる自営業が特に交通規制の不満度が高い。年齢別では加齢するほど有効度の意識が高くなる傾向にあり、不満度の観点からは10歳代から30歳代にかけては増大し、40歳代以降は減少しており、30～50歳代の中年層が最も高くなっている。居住地別では国道43号付近の深江、六甲アイランド地区では不満度が高く、有効度が低い。一方、規制路線から最も離れている渦森では逆に不満度が低く、有効度が高い傾向にあった。六甲地区では不満度は低い有効度が低いと感じている人が多い。このことから交通規制に対する不満と有効度の意識には交通規制対象路線までの距離が関連していると推測される。

(4)交通規制に対する不満の程度の要因分析

前項では各変数と不満度との関連性に検討したが、本項ではそれらの要因間の関連性の強さを明らかにするために、数量化II類分析を行った(表-2.6.2)。交通規制に対する不満の程度に影響を与える要因としてはクロス分析で行った変数を用いた。分析を行うにあたっては外的基準を「交通規制に対する不満の程度」とし「不満無し」「どちらともいえない」「不満あり」に設定した。

レンジと偏相関係数から、主要因として自動車と規制路線の通行許可証の有無と地区、職業、震災前の交通手段、年齢、自動車の免許の有無、通勤が挙げられた。カテゴリースコアはクロス分析結果を反映する傾向となっている。

以上より交通規制に対して不満を持っている住民は、自動車を使用する機会が多いと思われる自営業者や通勤に時間のかかる遠距離通勤者、自動車かつ許可標章の保持者という結果となった。特に通行許可標章を持っている人が不満がある傾向にあるのは、規制道路までの一般道路の混雑などによると考えられる。

2.6.5 被災地住民からみた交通規制の課題

今回実施された復旧活動時の交通規制に対して本調査では70%以上が被災地域の復旧、経済復興活動に対して有効であると指摘しており、被災地住民に対して概ね規制に対するコンセンサスが確保されていたと考えてもよい。しかしながら、交通規制に約半数が不満であると回答しており改善すべき点が見られる。

まず、震災直後の交通規制については、交通規制の不満点として本調査では約30%が震災後初期の段階

からより厳しい交通規制を実施すべきだったと回答していることから、面的な規制を実施しより厳しい流入規制をかける必要がある。それと同時に、救命救助、緊急避難に自動車を活用された点を考慮すると、被災地住民に対しては自動車利用を確保する必要がある。また、震災直後に自動車を利用できた層はその他の時期の自動車利用者層と比較して不満度が低かったことから、住環境が最も悪化する被災地住民に対して、混乱期における自動車利用を確保することで交通規制の不満度をある程度おさえることが期待できる。

また、震災直後には交通規制が有効であると回答したうち、復興期にかけてはの半数が有効ではないとしており、復興期における交通規制について検討すべきであることが明らかとなった。この時期には、国道43号、2号付近の地区は両国道が交通規制対象路線に指定されたため、大型車両の増大や迂回車両の生活道路への進入によって生活環境が著しく悪化した。交通規制の不満点でも約60%が生活道路までに自動車が進入してきたという点があげられており、被災地住民にとって迂回交通の処理が最も大きな問題点となっている。これには、平時より幹線道路沿道は緩衝帯を設置するなど自動車が生活環境に与える影響を最小限におさえ、幹線道路の背後の生活道路は通過交通が流入してこないようにトラフィックカーミングを適用することによって、災害時にも生活環境の保全に対応できよう。また、自動車の代替手段となる鉄道やLRTを確保しつつ、自動車交通量抑制策を実施し、自動車の交通需要を適正化する交通需要マネジメントを検討して平時から自動車に頼らない交通システムを構築することが重要である。

最後に震災後におこなわれた各調査結果を相互に比較することによって、その相違点がどのような原因で生じたかを明らかにすることとそれらの調査特性を考慮してデータをまとめて分析する横断的な研究が必要である^{32)・39)}。

2.7 震災時における交通実態とその課題からみた交通管理のあり方

2.7.1 道路交通状況の変化からみた課題

本節では、時間経過に応じた道路交通状況を整理するとともに、①発災後多発した交通事故実態、②災害時の自動車利用に対する意識、③住民や道路利用者からの要望、④交通規制現場での問題点の4つの側面から、道路交通運用の課題を整理し、今後の災害時道路交通管理のあり方について検討することにした。

(1) 震災後における道路交通状況の変化

1) 震災後の道路状況

神戸・阪神間では、交通の大動脈である鉄道が寸断され、高速道路や国道等の主要幹線道路も至るところでその機能を失った。そのため、発災後の避難や救急、安否確認などの様々な交通が残された道路空間に殺到した。その結果、大渋滞を引き起こし、救急活動に支障をきたすだけでなく、社会規範が軽視され、モラルが低下し、交通事故につながるなどの二次災害的な被害をも大きくすることとなった。また、交通安全施設についても、神戸エリアの交通管制端末装置の通信回線の約9割が不通となり、被災地の信号機566基に断線や減灯による障害が生じ、交通が制御できない状況となった。さらに、標識等にも多数の被害が生じ、その機能は著しく低下した。さらに、1月17日以降も余震等により、一時道路の損傷箇所や危険箇所等の通行不能区間が増加したが、その後復旧工事が進むにつれてこれらは解消に向かった^{40),41)}。

2) 震災後の交通実態

被災地では震災後の時間経過に応じて、「発災直後の避難や救急・消防等の緊急活動」、「その後の安否確認や生活物資の輸送」、さらに「復旧や通勤・買い出し」といったように様々な交通需要が発生した。しかしながら、上述のような道路被害のため、現実に処理された交通量は、被災地内では激減したにもかかわらず、渋滞は、対前年比県下平均で37%増、交通集中地点15箇所では2.2倍、さらに国道43号等の主要5交差点では15倍以上と激増した⁴²⁾。なお、交通の状況は、震災後1年8ヶ月、阪神高速道路神戸線の復旧を待つてようやくほぼ震災前の状態に戻った。

また、交通の集中は、緊急度にかかわらず車両の走行を困難にしたため、原付等の二輪車が多用されることとなった。さらに、発災後から復旧・復興期にかけて、特に迂回路を中心に物資輸送等のための貨物車が急増した。これらのことは道路損傷と相まって、運転の不慣れや経路不案内あるいは交通ルールの形骸化(歩道上走行や信号無視等の違反行為)から、交通事故という形で二次的災害を助長することとなった。

3) 交通事故の実態

震災後の兵庫県下での交通事故の状況については2.5で詳述しているが、発災直後のみならず、その後の復旧・復興期にかけての事故増加傾向が認められ、その主な特徴は次のように要約される⁴³⁾⁻⁴⁵⁾。

- ①時間経過に伴って、事故多発地域が被災中心部から周辺部へ拡大した。
- ②被災中心地域では、幹線道路の渋滞と地区内道路への迂回車両の進入、二輪車の増加が著しいため、二輪車や非幹線道路での事故が増加し、4月以降の復旧期には、貨物車の事故が急増した。
- ③被害の大きい周辺地域では、交通規制によって乗用車事故は減少したが、比較的復旧が早く、復旧拠点となったために、4月以降の復旧期に貨物車事故が増加した。
- ④被害の比較的小さい地域では、迂回路の通行による貨物車事故が増加している反面、規制が緩和されるにつれて、乗用車事故が増加傾向を示した。

4) 交通規制と交通運用状況

発災直後には、交通の安全と緊急車両の通行を確保するため、現場警察官による通行の制限・規制が実施された。1月19日からは「災害対策基本法第76条」に基づく交通規制、2月25日からは「道路交通法第4条(公安委員会規制)」による規制が実施され、その後道路の復旧に合わせて区間や時間を短縮しつつ継続実施された。また、通勤等の一般目的の交通は、当初混乱もあったが、交通規制の一環として運用されたバス優先レーンを使用した鉄道代替バスや海上交通で処理されたことから、輸送人員は飛躍的に増加した。具体的には、国道43号の応急復旧を待つて、1月28日鉄道各社の代替バスのための優先レーンが設けられ、1日平均約1,700便、約87,000人(ピーク時約3,100便、約200,000人)の足が確保された。それでも十分な交通機能と利用者のニーズを満たすことは不可能であったことは言うまでもないが、交通規制によ

って道路空間はかなり有効に利用されたと評価できる。しかしながら、規制遵守の程度は必ずしも十分とは言えなかったことから、災害時の交通規制実施に当たっては、緊急車両の通行路確保に併せて、市民のための公的処理とそのための的確な情報提供を念頭においた運用が必要であることが再確認された。

2.7.2 道路利用者・住民の要望からみた課題

発災直後から、道路管理者及び交通管理者への通報・苦情が殺到し、神戸市が平成 7年 9月末迄に受理した件数は延べ26,439件(表-2.7.1)にも及んだ。ここでは、この内本庁で内容が把握できる587件と阪神地域等の各道路管理者受付分を合わせた14,084件、交通管理者受付分 754件について、その地域や時期と内容などについて整理し、交通運用上の問題点を検討することにした^{(46),(47)}。

まず、地域や時期と内容等について、これらのデータを整理すると表-2.7.2のようである。これらから、時間経過に対応して具体的な内容は変化しているが、基本的には、自動車利用上の改善を図るものと、逆に車両の通行に伴う問題の改善を図るものとに分かれており、実際の交通運用がこれらに大きく影響していると考えられる(図-2.7.1)。加えて、交通管理についても、交通規制や取り締りの強化実施を要望するものと、その解除を要望するものとに分けられることから、交通規制の実施に当たっては、規制の範囲や対象等基本のシステムづくりに加えて、実情に応じた柔軟な対応が求められているといえる(図-2.7.2)。

表-2.7.1 神戸市への通報の概要(構成比：%)

地域 内容	受付場所			
	東南地域	西北地域	本 庁	合 計
建物倒壊	20.2	1.8	69.1	19.0
瓦礫撤去	46.0	16.4	4.9	42.0
道路損壊	30.1	81.8	23.9	35.9
安全施設	2.7	0	0.4	2.3
その他	1.0	0	1.6	0.9
合 計	22,980 (100) 86.9	3,012 (100) 11.4	447 (100) 1.7	26,439 (100) (100)

表-2.7.2 管理者別通報等の特徴

項 目	道路管理者受理分	交通管理者受理分
主 な 地 域	○神戸市東南地域 ○西宮市等の阪神地域 ○淡路一宮町と北淡：被害の程度と一致	○神戸地域(特に北区) ○尼崎市等大阪隣接市
主 な 内 容	○神戸市東南：瓦礫撤去 ○神戸市西北：道路損壊 ○神戸市中央：建物倒壊	○交通情報 ○通行標章制度 ○交通規制
主 体	○居住者：道路利用者＝6：4	○居住者：道路利用者＝1：5
時 間 経 過	○直後：交通障害(倒壊家屋等の撤去), 道路損壊 ○2ヶ月後：騒音, 振動 ○6ヶ月後：落下物, 安全施設	○交通情報, 規制解除 ○渋滞改善, 新規規制実施, 標章制度 ○取締り要望, 駐車

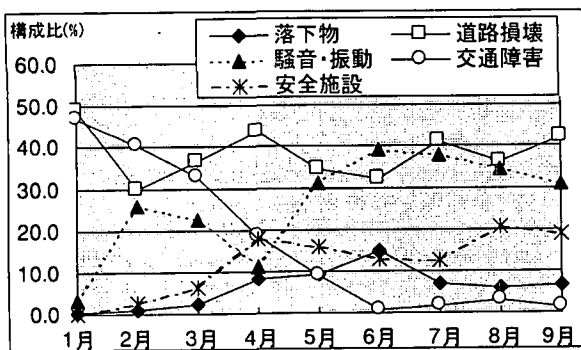


図-2.7.1 道路管理者への要望・苦情

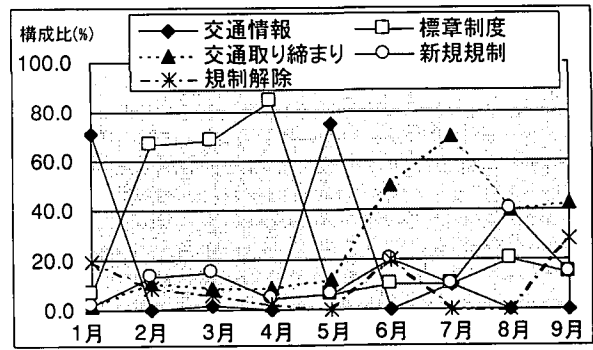


図-2.7.2 交通管理者への要望・苦情

2.7.3 自動車利用意向からみた課題

ここでは、被災地の事業所と個人に対して実施したアンケート調査から、災害時の交通実態の根底にある道路利用者の意向を探ることにした^{(46),(49)}。調査対象は、被災地に本社のある企業約1000事業所と運行管理者講習対象約1000事業所、約 800人の青年商工会議所会員・交通安全モニターと約 100人の神戸市内の大学生である。有効回答数は 926事業所と 410人であった。

(1) 企業の立場からみた震災後の自動車利用意向

従業員の通勤交通についてみると、発災後 3日以内に 7割以上の従業員が出勤できた事業所は 5割弱で、その主な交通手段は当日は自動車、2日目は鉄道等の公共交通、3日以降には徒歩(自転車)・二輪車となっている(図-2.7.3, 図-2.7.4)。また、マイカー通勤の比率は神戸地域を中心に低下している(図-2.7.5)。このような状況に対して各事業所では、震災後の3ヶ月、勤務先や勤務時間の変更(製造、販売)、泊まり込み(土木・建設)等、従業員の通勤に工夫していたことがわかった。

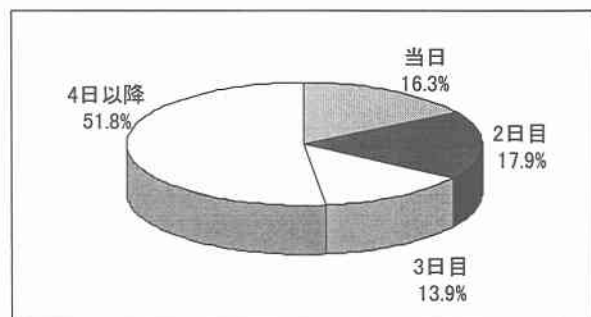


図-2.7.3 従業員の出勤日(7割以上出勤可能日)

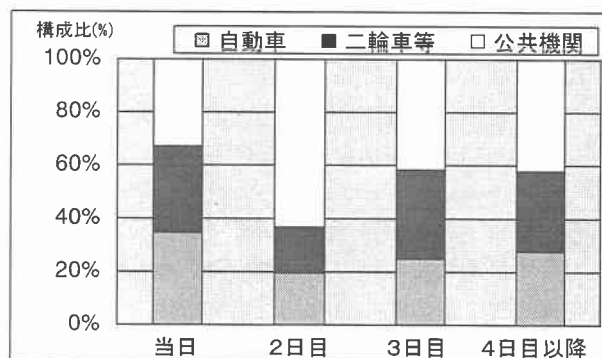


図-2.7.4 時間経過別通勤時利用交通手段

一方、各事業所の車両被害は少なく、運用が可能であったにもかかわらず、震災後 3日以内に自動車を利用した企業は約半数にとどまっている。しかも、その75%以上は何らかの形で震災対策に寄与したとしており、純粋に企業活動のために利用された車両は決して多くないことがわかる。なお、緊急物資輸送等車両標章を受けた企業は60%を超えている。

また、震災 1ヶ月後の保有車両の稼働状況を見ると、道路復旧や規制の緩和に応じて利用は増加しているものの、10ヶ月を経過しても、震災前の状態に戻っているのは 7割程度にとどまっている。

このように各事業所では、企業としての震災への対応が検討されており、震災後 1年を経過してもその状況に大きな変化はない。中でも鉄道や通信等による対応が15%程度あることは、今後の交通問題を考える上でも興味深い(表-2.7.3)。また、道路対応の内、迂回路の利用が 4割を占めており、特に利用率の高い神戸や阪神間北部の東西道路には、長期間にわたって交通負荷がかかっていたことがわかる。

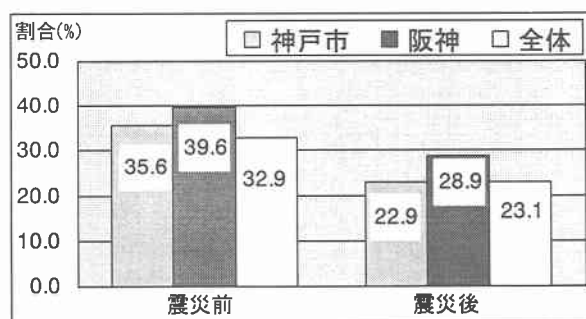


図-2.7.5 震災前後における従業員のマイカー利用

表-2.7.3 自動車利用に対する工夫(震災後10ヶ月)

対応策	個別策	構成率(%)	
道路対応	迂回路	41	59
	規制外	18	
手段対応	鉄道利用	11	15
	通信利用	3	
	船舶利用	1	
業務対応	荷物集約	5	9
	搬入先変更	3	
	製造元変更	1	
なし	---	---	16

(2) 個人の立場からみた震災後の自動車利用意向

震災前のマイカー通勤者(全体の約 4割)のうち 3割程度の人、「交通規制で利用できない」、「渋滞で間がかかる」等の理由でその利用をやめたものの、全体的には災害時にも車利用の意向が根強いことがわかった。また、車利用全般についても、震災後 3日以内に利用しなかった人は35%(内 7%は利用できなかった)に過ぎず、4割以上の人、災害時に自動車利用を控えるべきであると思わなかったとしており、災害に対する認識が十分でないことがわかった。さらに、地震時の適切な避難方法を知らない人が 4割、適切な行動をとれるかわからない人が 7割以上に達していることから、二次的災害の危険性の高い状況にあったといえる。一方、自動車利用の目的は、「避難、救急、買出し等の緊急目的」、「安否や状況確認」及び「出勤・その他」で 3等分されており(図-2.7.6)、この内、確認目的は電話等の通信システムが機能していれば、交通として顕在化しなかったとも考えられる。なお、実際に車を利用した体験からの車利用の

是非については、いずれの目的に対してもその評価が分かれており、広報等によってはさらに利用抑制の可能性はあると考えられる。

2.7.4 震災時の交通課題からみた交通管理のあり方

(1) 基本的な考え方

大規模災害時に自動車の利用が混乱を大きくすることは自明であるが、かつて経験したことのない災害に直面し、しかも、電話等の情報が途絶した状況にあっては、利用者にとってその利用が緊急かつ不可避と考えられたことも事実である。それだけに、交通を規制する反面、的確な情報を迅速に提供し、生命にかかわる緊急度の高い交通を確保するための合意形成が求められていると言える。

そこで、ここでは図-2.7.7のような事象の流れに基づいて、種々の側面から課題を整理し、今後の大規模災害時における交通管理の考え方の一助としたい^{42),47)}。

(2) 交通規制の影響とその評価からみた課題

企業、個人ともに、交通規制による影響の程度が大きいほどその評価は若干低くなっているが、全体としては8割程度の人が「適当」もしくは「より厳しく」と回答しており、災害時の交通規制に対する理解は得られていたものと評価でき(図-2.7.8)。とくに、企業の場合、影響が大きいにもかかわらず規制を容認する傾向にあると言える。但し、区間の評価に比べて時間に対する不満がやや大きいことから、実施に際しては時間に対する配慮が必要とも言える。さらに、バスレーンの設置については8割以上がその必要性を認めていることもわかった。

自動車利用の場面では、企業・個人ともに、交通マナーが低下していると指摘しており、これに関連して交通事故の危険性が増しているとする回答が8割に達しており、しかも、その原因が道路損壊や工事よりも、交通状況や交通行動にあると評価されており、このことから、規制等による交通管理の必要性とその効果が示唆されるであろう。

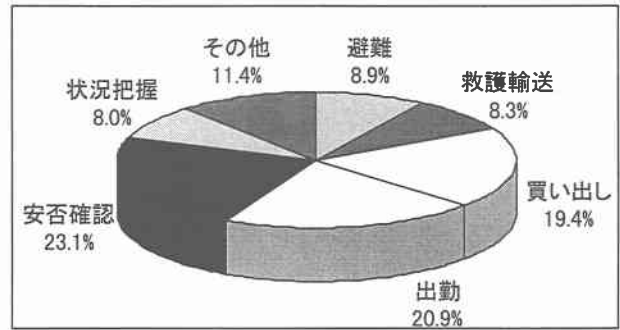


図-2.7.6 震災後の自動車利用の目的

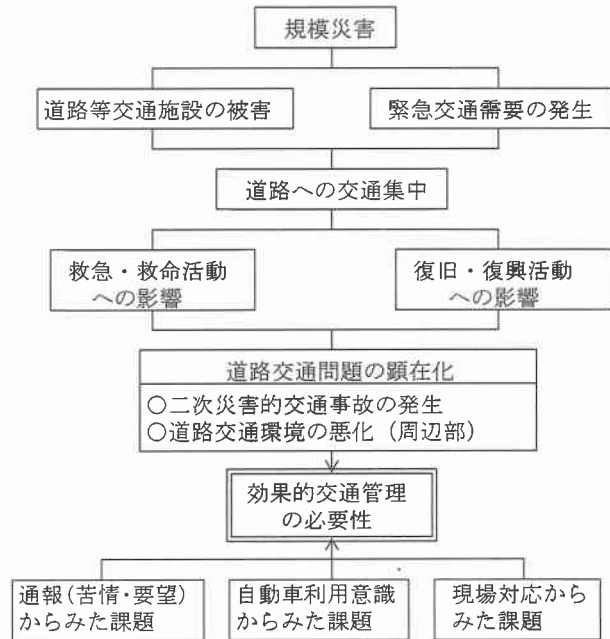
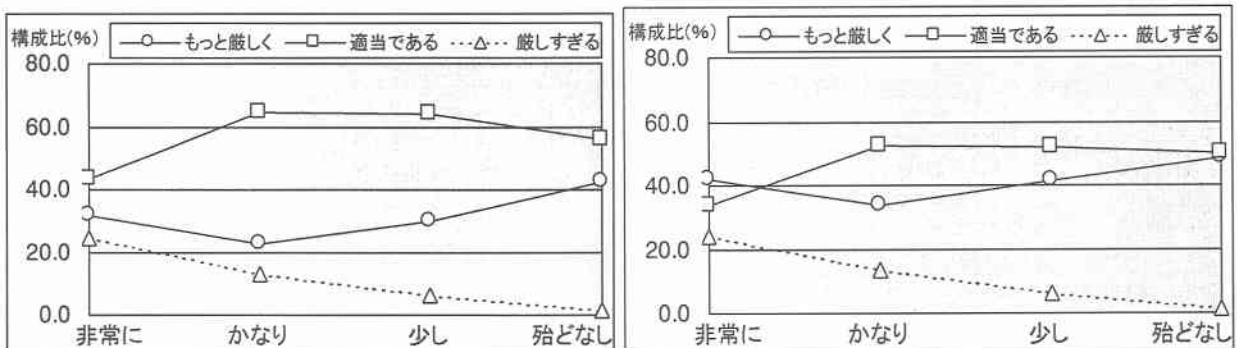


図-2.7.7 効果的の交通管理の必要性とその考え方



(1) 企業

(2) 個人

図-2.7.8 交通規制による影響とその評価

(3) 事故発生状況からみた課題

震災に伴う交通事故の増加とその特徴については 2.5 で詳述したが、ここでは、事故の特徴から抽出・整理した災害時の交通運用上の課題を以下に再掲しておく。

- ①被害の大きさに伴って事故増加がみられることから、被害程度の的確な把握、目的の緊急度に対応した道路区間の指定と規制の早期実施が望まれる。
- ②被害の大きい地域では、避難、救急、消防、安否確認、物資輸送等、時間経過に応じて様々な交通需要が集中するため、①の課題への対応がより強く求められる。とくに、二輪車の通行空間の確保とその交通ルールの徹底が必要である。
- ③被害の比較的小さい地域では、被災地への復旧支援機能が求められるため、大型車両の通行に耐える構造上の強化（道路主体の強化のみならず、沿道に悪影響を及ぼさないような環境施設帯などの設置を含む）が必要となろう。また、被害の小さい地域であっても、交通渋滞の影響は少なくないため、これらの地域をも考慮した交通規制の実施が必要といえる。いずれにしても、復興期以降に交通負荷の後遺症を残さないよう継続的な交通管理が必要である。

(4) 情報提供のあり方からみた課題

企業、個人ともに、震災翌日には、概ね道路の被害状況が把握されており、交通規制も実施された当初から周知されていたようである。また、その情報は、いずれもテレビ、ラジオ、新聞といったマスメディアを通して得られており、これらマスメディアの役割の一端が示されたといえよう(表-2.7.4)。

表-2.7.4道路被害や交通規制の情報収集手段(%)

(道路)	新聞	テレビ	ラジオ	公共	その他
企業	8	49	35	2	6
個人	6	42	43	4	5

(規制)	新聞	テレビ	ラジオ	公共	その他
企業	19	35	18	13	15
個人	16	34	19	16	15

しかしながら、被災地ではこれらのマスメディアが機能しないことも多かったことから、メディアによる役割分担や地域による分担などが可能となるよう、ミニメディアの導入が必要であろうし、これらと公的機関の連携も不可欠と考えられる。なお、情報・通信に関しては第 4 章を参照されたい。

(5) 交通管理者（規制の現場）からみた問題点

交通管理者は、被災地域の救助・救援や緊急物資輸送の交通路を確保するために、有効な交通規制の実施を求められるが、そのためには、「避難のための地域外への流出」、「安否確認等のための地域内への流入」、「被災地域の通過」など多様な交通に対して、自動車利用そのものの抑止と迂回路への誘導など総合的な交通運用を勘案し、通行禁止区間や迂回路を設定する必要がある。ところが実際には、余震活動や建物の倒壊等によって障害場所やその規模が変化し、それらの設定に時間を要した。加えて、人員不足のために実効ある運用ができなかったことが問題点として指摘されている。

災害時には、人命救助が優先されることはいうまでもない。したがって、道路・交通の情報収集やそれに基づく交通規制の実施に当たっては、平常時には問題となる取り締まり等の担保にとらわれすぎず、むしろ、範囲や期間を広めに設定して早期に実施するとともに、その内容を広く広報するよう関係機関の協力を仰ぐことが肝要と考えられる。

また、復旧・復興期にかけての瓦礫運搬についても、処分場の分散配置とそのためのルート設定、適正な運搬（過積載や落下物の防止）が可能となるような運転者管理が課題となることはいうまでもない。

さらに、その後においても、迂回路等の交通が減少せず、周辺環境を悪化させることも少なくないため、交通状況等を勘案して引き続き何らかの交通管理を行うことが必要といえる。

(6) 効果的的交通管理の実施に向けた課題

本稿では、今回の震災が結果として道路交通に及ぼした直接的・間接的な影響を、その交通実態と利用者の意識の両面から分析し、災害時の交通運用を考える上での様々な課題を明らかにした。

以下には、今後の災害時の交通管理に向けて求められる要件を整理しておくことにする。

- ①情報収集手段の確立：今回の震災では、被災状況の把握に時間を要したこと、それに付随して十分な対応がとれなかったことが大きな課題として提起された。そのため、通信機器等の強化と通信ネットワークの多重化、その運用のための体制とマニュアルの再編が必要である。さらに、市民による交通モニター制度の導入や要望等の通報情報の活用などの新たな仕組みづくりが必要である。

- ②交通事故防止：発災直後、交通管理機器が被害を受け、警察官も交通整理や救急活動に忙殺され、直接交通取締りなどが実施できず、利用者にも非常時の法律無視の傾向が蔓延したため、事故の発生につながった。その内容は前述の通りである。このような二次災害的な交通事故を防止するためには、必要な情報提供による自粛等の周知と早期規制によるコントロールの二面からの対応が必要である。また、平時から、災害時のための対応についての教育・啓蒙活動が重要である。
- ③災害に強い交通網の整備：交通施設が壊滅状態になった背景には、被災地域の交通施設が東西方向の比較的狭い範囲に集中していたという構造的な要因があった。これに対して、南北方向の交通軸強化や湾岸線等の充実によるラダー型交通網の整備が必要である。また、避難路や緊急輸送路等を指定するとともに、それらの路線では、災害時の大型車両や二輪車の通行帯の弾力的運用（中央分離帯や歩道の活用等）の検討が必要である。
- ④瓦礫搬送対策：震災後の早期復旧には、瓦礫の撤去による道路機能の回復が重要な課題となった。また、瓦礫搬送車による沿道環境の悪化も大きな問題として指摘された。そのため、避難地や復旧基地等と併せて瓦礫処分地の確保とアクセス路の指定および関係機関・住民との調整が不可欠である。
- ⑤緊急物資等輸送車両優先策の検討：今回の震災では、時間経過に伴う社会意識の低下等により、交通規制と通行標章制度が徹底されなかった。このことを踏まえて、今後、災害に伴う交通需要の予測とそれに基づく通行標章制度、ならびにその効果的運用のための体制づくりが必要である。
- ⑥公共交通優先対策：鉄道代替バスは一般交通のに大きな力となったが、専用車線の効果的運用が課題となった。そのため、専用車線の早期指定と広報、規制の徹底を図るためのシステが必要である。
- ⑦広報システムの充実：マスコミ等による各種情報はある程度周知されていたにもかかわらず、一般の自動車利用が大渋滞をまねいた。そのため、道路・交通管理者の情報を中心に、被災地内外への早期の広報について検討することが必要である。
- ⑧迂回車両対策：被災地域周辺道路や域内迂回路への交通集中は、生活道路への通過交通の進入などの問題をもたらした。域内迂回路の指定に当たっては、地域住民の安全と環境を守るための対策が必要不可欠である。一方、広域迂回路も構造的に必ずしも重交通に十分対応できるものでなく、時間を経過しても交通量が減らず、交通事故を多発させるなどの問題が指摘された。そのため、災害時の迂回路の指定とそれら道路の構造的強化（環境施設帯等を含む）が必要である。
- ⑨駐車・放置車両対策：放置や駐車車両は、復旧・復興活動に大きな支障となった。そのため、「違法駐車追放クリーンロード三宮作戦」などの規制・取締りが実施され、大きな効果を上げたが、いずれにしても、災害時には一定のルールづくりが必要であり、被災車両の撤去を進めるための法的整備や指導・取締りの強化、その影響程度等についての市民への周知が望まれる。
- ⑩関係機関との協力体制の確立：上記の課題は、いずれも市民への周知とそれによるコンセンサスの確保、さらには関係機関の協力体制の上に成り立つものであり、そのための具体的な方策の検討が急務である。

謝 辞

本稿は、大阪工業大学工学部上野精順氏、兵庫県警察本部交通部交通研究所和田実氏、見寄権次郎氏、建設省近畿地方建設局市川晴雄氏など交通科学研究会メンバーによる共同研究をとりまとめたものであり、兵庫県警察本部交通部からは交通事故データの提供やアンケート調査の実施に多大な協力を得た。また、データの集計・分析に当たっては、大阪市立大学大学院吉田長裕氏、(株)ジャス計画室鈴木孝治氏に協力をいただいた。ここに、記して感謝の意を表したい。

2.8 震災時における救援物資の都市内輸送の実態と今後の課題

2.8.1 被災地域内での救援物資の流れ

阪神・淡路大震災では、大都市を襲った未曾有の大災害のため交通網は至るところで寸断され、限られた通行可能な道路に大量の車が集中し大渋滞を発生させるなど、交通が混乱を窮めた。こうした状況の中で、人出不足に加え、行政も想定していなかった事態のため十分な対応ができなかったことなどもあり、「避難所に必要な救援物資が届かない」、あるいは「救援物資の受け入れ基地で、到着した大量の物資が溢れ出し配送ができなくなる」、「輸送車両が大渋滞に巻き込まれ目的地に到着しない」、など救援物資の輸送は当初きわめて混乱した。この結果、災害時において、市民生活を支える救援物資輸送の重要性が再認識されることとなった。

こうした救援物資輸送には、被災地へ向けての幹線輸送と被災地内での輸送があるが、本節では後者の被災地内での輸送を取り上げる。なお行政によって担当された救援物資の被災地域内における輸送パターンは、図-2.8.1に示すように、大別すれば兵庫県の行ったものと神戸市等の被災地市町が行ったものに分けられる。

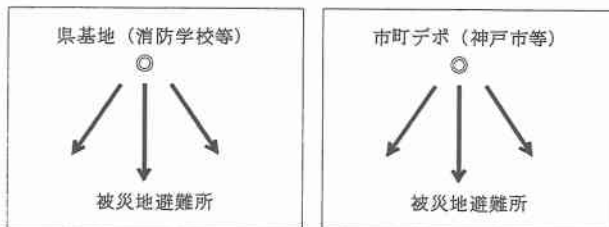


図-2.8.1 救援物資の域内配送のパターン

以下では、被災地域内における救援物資輸送について、その実態を紹介するとともに問題点や今後の課題について述べたい⁵⁰⁾。

2.8.2 一般救援物資の輸送

(1) 兵庫県が担当した物資の流れ

今回の震災による被害はきわめて広域的であったことから、震災直後から多くの救援物資が兵庫県宛に送られてきており、これらの配送のために兵庫県では救援物資の備蓄基地を「県消防学校（神戸市北区）」に設けた。当初はトラック20から30台により被災市町への救援物資輸送を開始したが、避難所からの要望に迅速に対応するために、避難所への直接搬送も開始されている。図-2.8.2は、こうした物資の流れを示したものである。

（写真-2.8.1）

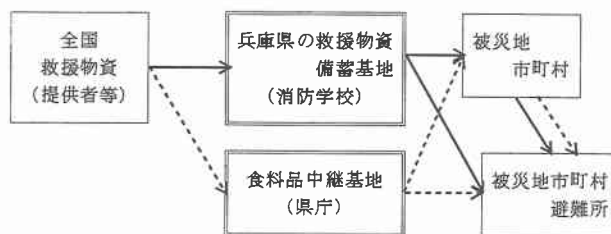


図-2.8.2 兵庫県が担当した物資の流れ

しかし大量の物資の到着ですぐにスペース不足状態となったため、1月21日には第2の備蓄基地を「グリーンピア三木（三木市）」に設置している。その後も、主として長期間保管する物資を対象に2月3日から「三木山森林公園（三木市）」に、そして2月14日より「大阪空港（旧国際線倉庫、豊中市）」が備蓄基地として追加された。特に「大阪空港」については関東方面からの物資の受け入れ基地としても使用された。

なおこれらの物資輸送は、(社)兵庫県トラック協会加盟の運送事業者を中心としてボランティアの車両も活用して行われた。特に1月中は、備蓄基地となった消防学校へは1日約200台の搬入車両があり、駐車場が不足したため路上や物資の集積場が駐車場となり、またフォークリフトなどの荷役機器がなかったため人手により積み卸しを行わなければならないなど、きわめて効率が悪かった。また、これら以外にも全国から供給された食料品を搬出入するために、中継基地



写真-2.8.1 兵庫県の救援物資備蓄基地（神戸市北区消防学校）提供：大阪府トラック協会

として県庁地下駐車場が利用されており、物量の増加に対応して、民間企業等の倉庫も一時保管場所として確保された。

(2) 神戸市が担当した物資の流れ

ここでは、被災地市町として神戸市の例を示す。

① 震災直後の物資の流れ

震災直後は、全国から寄せられる救援物資は市役所を目指して送られてくるが多かったことから、とりあえず神戸市役所3号館1階の駐車場、そして1号館と3号館間の道路および歩道が物資の一時集積場・荷卸しスペースとして利用され、市内の避難所や各区の災害対策本部に向けて配送された。(図-2.8.3a)しかし、救援物資が24時間間断なく到着するため次第に物資が溢れ出すとともに、市職員、ボランティア、トラック事業者などが混乱した指揮系統のもとに作業にあたったため、十分な対応がとれない状況が発生した。

② 震災から数日以降の物資の流れ

1月20日以降は、救援物資の配送を効率化するために市内の4ヶ所(新神戸駅、摩耶倉庫、シルバーカレッジ、グリーンアリーナ神戸)に避難所への配送拠点が設けられ、全国から送られてくる物資が適宜、分散して受け入れられた。(図-2.8.3b)、図-2.8.4)繁忙期には、各配送拠点から1日当たり約50台程度のトラックが、きめられた担当区域で配送に従事した。(写真-2.8.2)また多量で一時的に保管が必要な物資を受入れるために、配送拠点のバックアップを行う倉庫が「ポートアイランド」と「六甲アイランド」にそれぞれ設置された。特に「六甲アイランド」では、関西空港から海上ルートで入る国際救援物資の受け入れも行われた。なお、こうした配送拠点における実務(配送、倉庫管理、積卸し等)は、物流業者に委託されたため、荷捌きや配送がスムーズに行えるようになった。

③ 4月以降の物資の流れ

4月中旬以降については配送拠点が2ヶ所に集約され、ここで市内全域に向けて救援物資等の配送(1日に2回程度)が行われた。(図-2.8.3c)また、先と同様に配送拠点における実務(配送、倉庫管理、積卸し等)は物流業者に委託され、実施されている。

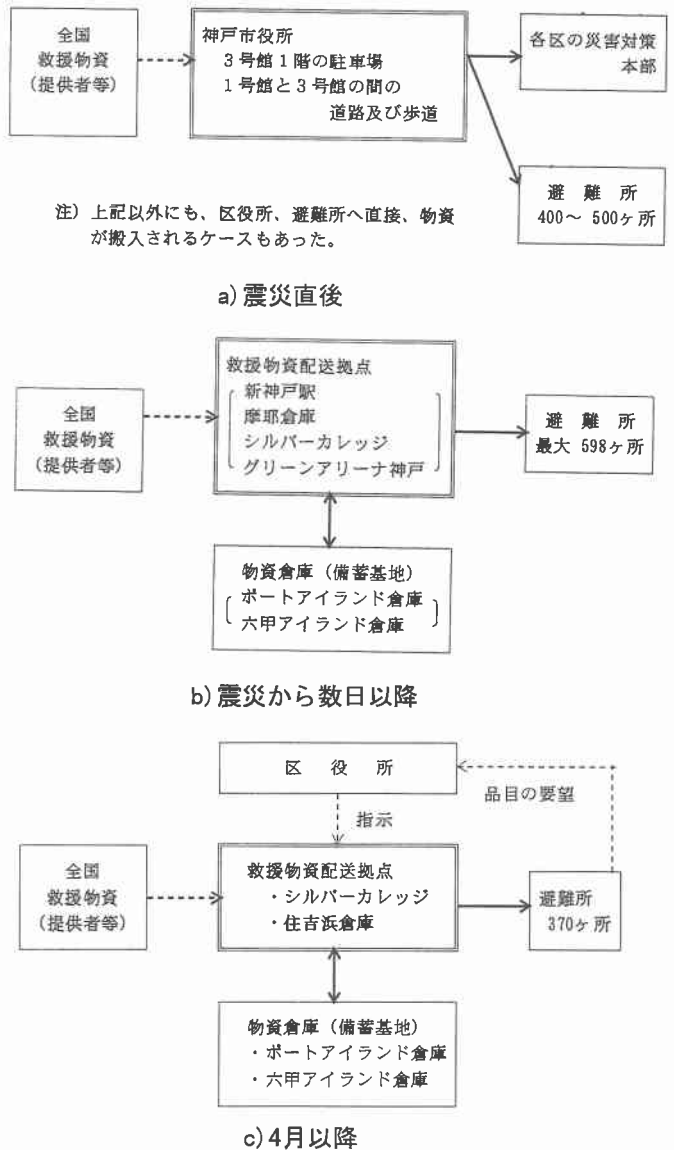


図-2.8.3 神戸市が担当した物資の流れ



写真-2.8.2 避難所における救援物資の取り出し状況
(神戸市長田区の小学校) 提供: 兵庫県トラック協会

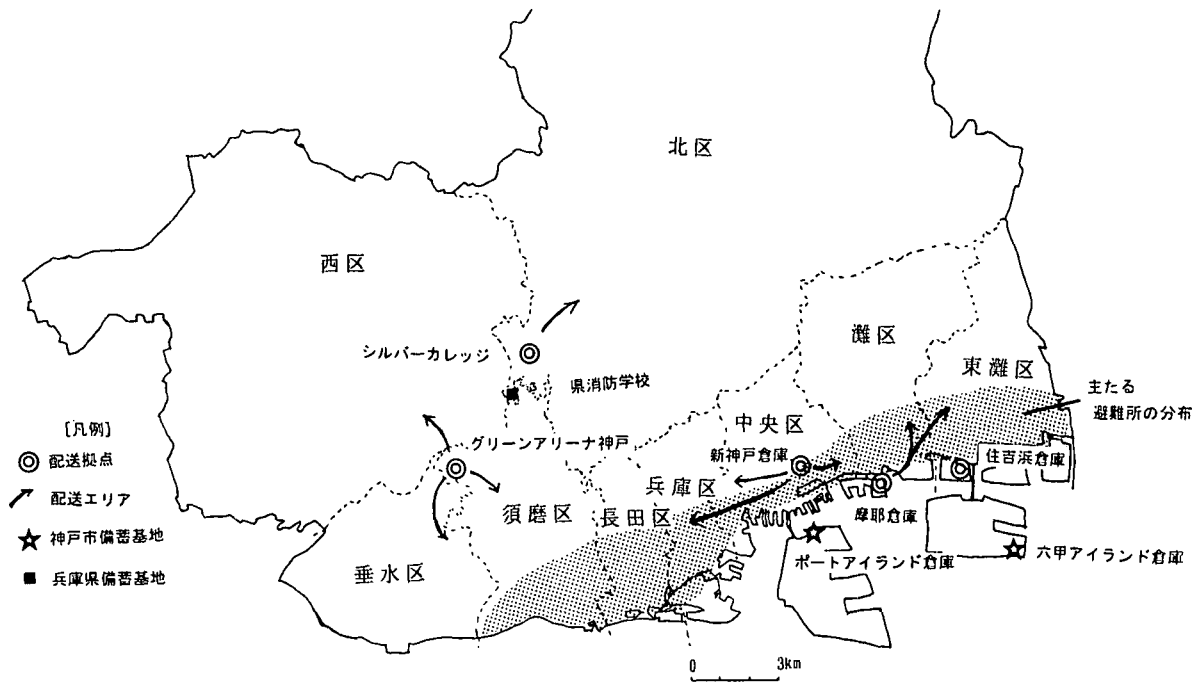
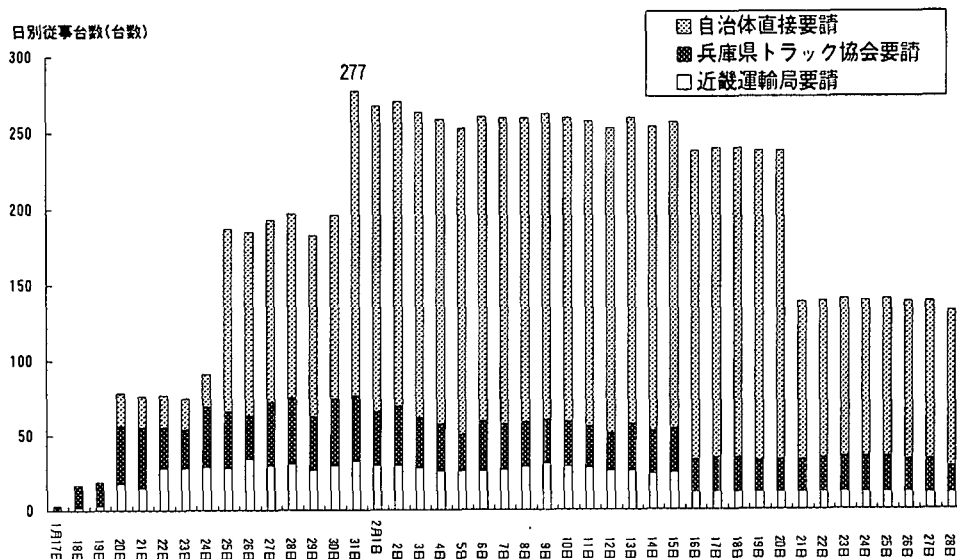


図-2.8.4 神戸市内の配送拠点の分布

2.8.3 域内での救援物資の配送に携わった車両数

救援物資の域内輸送は、すでに述べたように兵庫県内で行ったものと神戸市等の被災地市町が行ったものの2種類があるが、こうした域内輸送に従事した車両には兵庫県内のトラック事業者をはじめ、他の近畿各府県の事業者からの応援車両も含まれており、広範な支援によって実施されている。この結果、域内で救援物資の避難所等への配送に従事した車両数の総計は、3月末までの2ヶ月半の間で12,320台に達した。(近畿運輸局、(社)兵庫県トラック協会の調べによる。ボランティアで行われた民間企業等の自家用貨物車は含まれていない。)その内訳をみると、全体の約2/3は神戸市に関連する輸送であった。

また、日別に従事台数の推移を示したものが図-2.8.5であり、震災直後は事業者自身が被災していたことや指揮系統も混乱していたこともあって、従事車両数は極めて限定されている。本格的な輸送が開始されたのは1月20日以降であり、2月上旬から中旬にかけては毎日250台前後の営業用貨物車が救援物資の輸送に従事している。



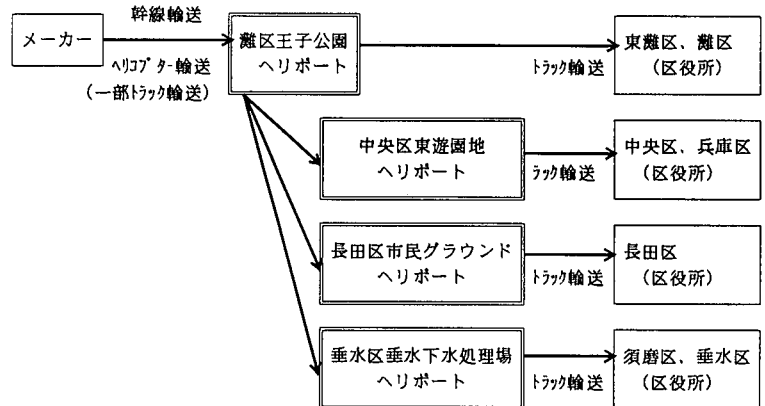
資料：近畿運輸局及び(社)兵庫県トラック協会資料より作成。
注)輸送日が判明しないもの(1,322台)については含めていない。

図-2.8.5 日別にみた救援物資の配送従事台数

2.8.4 食糧輸送の流れ

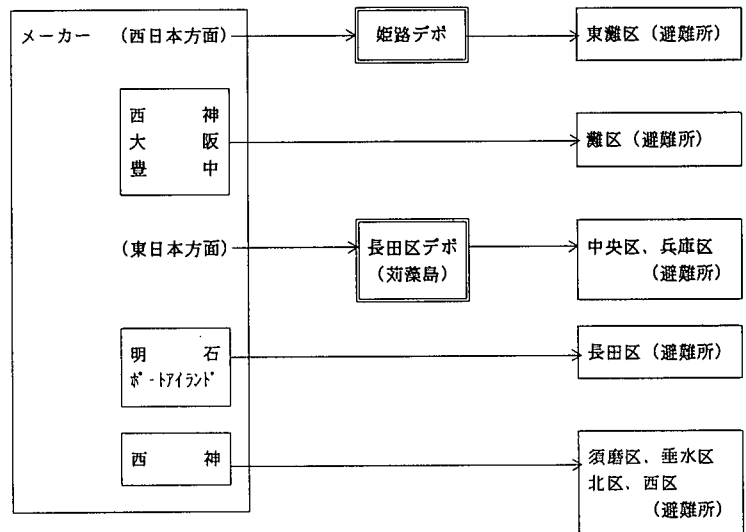
避難所への救援物資の輸送のうち、食糧輸送に関しては主食の定期的な供給のため一般の救援物資とは別体系で輸送が実施された。特にこのような主食の輸送における最大の問題点は、食事時間ならびに賞味期間という厳しい時間制約の中で輸送を行わなければならないことであり、交通遮断状況や刻々と変わる交通状況をふまえた輸送の確保が求められた。

神戸市の場合には、最初は図-2.8.6a)に示すように、陸上での輸送を時間的に保証することがきわめて困難な状況であったことから、灘区にある王子公園にヘリポート基地を設け、そこへメーカー等からヘリコプターを利用して搬入し、さらにそこから3ヶ所の地区拠点に搬送して各区役所に配送された。しかし、2月1日以降は避難生活の長期化に対応して、図-2.8.6b)に示すように避難所へ直送する体制となり、パン工業会加盟の大手5社の製パン業者が分担して輸送を行っている。また、輸送にあたっては配送エリアに対応してデポを設置するとともに、配送ルートを設定して輸送を行っている。



注) 北区、西区については上記システムとは別枠で配送された

a) 1月中



b) 2月以降

図-2.8.6 神戸市における主食の輸送ルート

2.8.5 災害発生時における

物資輸送確保上の課題

震災直後に機能した都市内輸送システムはきわめて限定されているが、救援物資輸送や宅配輸送に従事した大手運送事業者、生活必需物資を供給した量販店などの流通業者、さらに主食を配送した製パン業者などの例をみると、既存のシステムを基本に災害で欠けた機能を次のような形で補って対応している。

- ・輸送効率の低下に対応した輸送能力の確保……被災地外（全国）から車両やマンパワーの応援を受けて輸送能力を確保し、交通混雑等で生じた輸送効率の低下をカバーした。
- ・被災地外での配送拠点等の確保……被災地内で機能を失った都市内輸送の拠点に替えて、代替の配送拠点等を被災外に確保し、既存のシステムで対応できるようにした。
- ・代替輸送ルートの確保……輸送ルートの確保に向けて、陸路だけでなく海路、空路など取りえる手段を駆使するとともに、配送ルートの設定など周到な準備を行って対応した。
- ・通信手段の確保……ドライバー等の緊密な連絡のため、通信手段の確保に努め、無線や携帯電話等の導入、整備を図った。

そこでこうした点も踏まえて、以下に災害発生時の域内における救援物資輸送を確保する上での課題を挙げる。

① 走行許可車両の指定方法

道路容量が大幅に減少していたため、走行車両を制限する必要がある。走行目的の重要性和緊急性をどのような基準で評価し、許可車両を決定するかを事前に明確に定めておく必要がある。

②緊急物資等のデポの位置と運営体制

デポ（配送拠点等）は原則として被災地外にあって、圏外からは被災地内の道路を経由せずに到達できる位置にあることが望ましい。特に今回、体育館、学校、駅舎などが配送拠点として使用されたが、これらは本来そうした拠点としての機能を有しているわけではなく立地条件や設備面で問題を抱えており、平常時からこうした拠点施設の整備が必要である。

またデポを円滑に管理・運営するためには、作業指示方法、避難所などとの連絡方法、必要機材の手配等についてマニュアルを作成しておく必要がある。さらにデポの運営には、物流の専門家の知識と経験等の早期な活用を図ることが重要である。

③道路情報等の情報提供体制

今回の震災では渋滞場所が刻々と変化しており、この情報収集ができなかったことが輸送効率の低下につながっている。きめの細かい道路情報の提供体制の設置が望まれる。

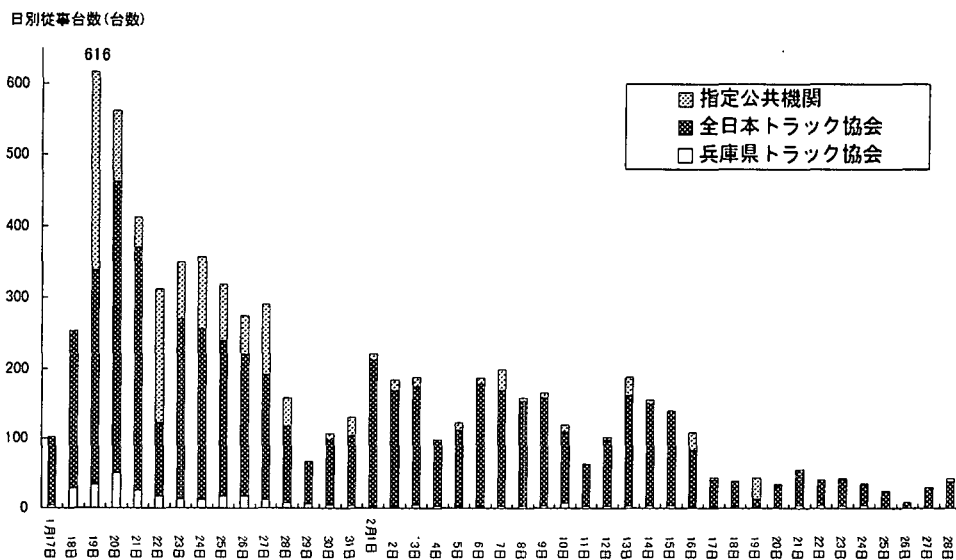
④代替輸送ルートの設定

震災後、海上ルートも含め種々の迂回輸送ルートが利用された。あらかじめ様々な被害のケースを見込んで代替ルートを設定しておき、災害発生時にその利用方法に関する情報を的確に提供できれば物資輸送上の混乱はかなり回避できたと考えられる。

⑤被災者及びデポのニーズの的確な伝達

搬入される救援物資等の不統一性（ひとつのケースの中へ数種の品目を混入する、梱包の外面に品目、数量等の表示がない等）が、貨物デポでの作業効率低下の一因となった。また、必要な時点と物資が到着する時点で時間的な遅れが生じるなどのために、必要でない品目も見られた。このためには救援物資の発送者に対しても、被災者やデポのニーズを的確に伝えるとともに、「発送者用マニュアル」を作成しておくことが必要である。

ここでは、被災地域内で、行政が担当した救援物資輸送について述べたが、これ以外にも全国各地から被災地内へ向けてのいわゆる幹線輸送が行われている。こうした幹線輸送は、営業用トラックだけでも2月末までの1ヶ月半の期間に7,163両（(社)全日本トラック協会等の調べによる）が従事している。このうち1月末までの2週間に60%が集中しており、また図-2.8.7の日別の従事台数をみると、震災3日後にピークを迎えるなど、域内輸送とは異なった傾向を示している。



資料：指定公共機関の日本通運(株)、及び(社)全日本トラック協会・(社)兵庫県トラック協会資料から作成

図-2.8.7 日別にみた救援物資の輸送従事台数

また一方で、行政のみならず企業等の民間組織や各種の支援・ボランティア団体も独自に救援物資輸送活動を行っており、自家用車両等もあわせれば陸上輸送だけでも相当数の車両が動いていたことになる。実はこうした大量の物資輸送車両が、震災直後の道路混雑の一つの要因になったことも否めない。今後は、震災からの

時間経過を追って、こうした救援物資輸送に関わった全体の車両数と物資輸送量を可能な限り補足した上で、迅速かつ効率的な救援物資輸送のあり方について検討をすすめていく必要があると考える。

最後に本稿は、筆者が参加した「阪神・淡路大震災復興に伴う神戸市における都市内物流のあり方に関する調査研究」（（財）関西交通経済研究センター、近畿運輸局、平成7年9月）での調査検討結果に負っている。付記して感謝の意を表する次第である。

2.9 公共交通の被災と代替輸送

2.9.1 阪神・淡路大震災における公共交通機関の被災

阪神・淡路大震災においては鉄道をはじめとする公共交通機関も大きな被害を受けた。素早い復旧がなされたが、今でもなお阪急伊丹駅は仮駅を使用している状態である。公共交通は人々の生活を支える不可欠な社会基盤であり、とくに我が国における大都市は鉄道がなければ成り立ち得ない。現代のクルマ社会においては自家用車が移動手段として使われることが多くなった。しかし、あらゆる人々に等しく交通サービスを提供する公共交通システムは、高齢化社会の到来を迎えてその重要性が増している。

地震により、都市部における鉄道がこのような大きな被害を受けたことはかつてなかったことである。社会の混乱も極めて大きかった。したがって、今後の鉄道整備のあり方を考えるとき、これが新たな原点となる。また大規模災害時における公共交通機関としての鉄道のあり方を考えることは、単に震災を受けた地域だけの問題ではない。我が国においては地震や風水害と無縁でいることはできない。阪神・淡路大震災では現代の都市の脆さが様々な面において露わになり、それを克服することが求められている。そのような観点から、構造物の強度にとどまらず交通システムとしての鉄道のあり方が問い直されなければならない。そこで、ここでは鉄道を中心に阪神・淡路大震災における公共交通機関の復興に至る過程⁵⁹⁾を振り返り、それに基づいて鉄道整備のあり方を考える。

ここで対象とするのは交通システムの機能に関する被害であり、構造物の被害状況等を問題とするものではない。まず鉄道において

は、震災当日に運行が開始されなかった区間は表-2.9.1のとおりである。1月18日ないし19日に運行を開始した区間がかなりある。しかし、阪神間を直通する鉄道は4月1日のJR東海道線の開通まで待たなければならなかった。

バス路線となっている道路や橋梁の損壊、通行制限、交通渋滞等により路線バスの運行にも大きな支障が生じた。すべての路線が元の状態に復旧するには不通となった道路がすべて開通しなければならなかった。地震から約1週間後の1月23日時点では、たとえば神戸市交通局で73系統のうち22系統、阪急バスで211系統のうち104系統、阪神電気鉄道でも25系統のうち13系統が運休したままであった。

タクシー事業者も神戸市内を中心に被害が及んだ。主な被災地内の法人タクシー事業者で営業所の全半壊が26戸、車両被害は全損が65両、一部被害が655両となった。個人タクシー事業者では営業所の被害が全壊（焼失を含む）222戸、半壊206戸、車

表-2.9.1 鉄道の不通区間（1月17日に開通した区間を除く）

事業者名	線 名	区 間
JR 西 日 本	山陽新幹線 東海道線 和田岬線 山陽線 福知山線	新大阪～姫路 尼崎～神戸 兵庫～和田岬 神戸～姫路 尼崎～広野
JR 東 海	東海道新幹線	京都～新大阪
阪 急 電 鉄	神戸線 甲陽線 今津線 伊丹線 宝塚線	梅田～三宮 夙川～甲陽園 今津～宝塚 塚口～伊丹 池田～宝塚
阪神電気鉄道	本大阪線 西大庫川線 武庫川線	梅田～元町 西九条～尼崎 武庫川～武庫川団地前
神戸市交通局	西神線 山手線	西神中央～新長田 新長田～新神戸
神戸新交通	ポートアイランド線 六甲アイランド線	三宮～中公園～北埠頭～中公園 住吉～マリパーク
神戸電鉄	有馬線 三宮線 公園線 粟生線	湊川～有馬温泉 有馬口～三田 横山～フラワータウン 鈴蘭台～粟生
神戸高速鉄道	東西線 南北線	三宮（阪急）～西代 元町～高速神戸 湊川～新開地
山陽電気鉄道	本網線 網干線	西代～山陽姫路 飾磨～山陽網干
北神急行電鉄	北神線	新神戸～谷上
六甲摩耶鉄道	六甲ケーブル線	六甲ケーブル下～六甲山下

両被害は全損11両、一部被害が26両と報告されている。このため、1月23日時点での神戸市におけるタクシーの稼働率は約20%であり、芦屋市及び西宮市でも約30～40%であった。

2.9.2 阪神・淡路大震災時の代替輸送

鉄道の不通区間は徐々に復旧した。しかし、鉄道の不通は社会的影響が大きいことから様々な形で代替輸送が行われた。これが鉄道の復旧過程での特徴的な事柄である。鉄道の担っていた交通は幅広く、通勤・通学旅客から被災地を通過する長距離旅客まで、多様な鉄道利用旅客に対する代替輸送が必要であった。主な代替輸送には鉄道迂回ルートによるもの、代替バスによるもの、船舶によるものなどがあつた。

鉄道迂回ルートによるものは、JRでは播但線や加古川線を経由するルートが使われた(図-2.9.1)。福知山線、播但線経由のルートでは、和田山駅での乗換人員が通常は590人/日であったものが最大6,950人/日となった。福知山線、加古川線経由ではさらに多く、谷川駅での乗換人員が260人/日から最大8,600人/日にもなった。また福知山線の特急「北近畿」系列車の乗車人員も4,900人/日が最大9,500人/日と倍増した。和田山駅や谷川駅での乗換人員が示すように通常とは桁違いの多数の利用者があつたことが推測される。

神戸電鉄から三田駅を経由するルートや、谷上から北神急行で新神戸へ入るルートも多数の人々に使われた(図-2.9.2)。三田駅での混雑ぶりは新聞などでもよく報道されたところである。神戸電鉄三田駅の乗降者数は平成6年12月に10,250人/日であったものが平成7年2月に35,701人/日を記録し、北神急行谷上駅の乗降者数も平成6年12月の18,824人/日が平成7年5月の40,685人/日にまで増加した。

被災地における代替輸送の主役は鉄道代替バスであり、時間経過とともに運行区間は変わったが、各社で代替バスが運行された。代表的な区間である阪神間の代替バスの利用者数は図-2.9.3に示すとおりである。被災地の人々の活動が活発になるに従って代替バスの利用者は増加し、3月に最大となった。この間、不通区間の開通が早く進んだJRの利用へ移行したことがわかる。4月にJRが全区間開通したことにより、その後の代替バスの利用者は1日3万人ほどになった。

梅田～三宮間の徒歩アクセス、待ち時間等を含めた所要時間の推計値は図-2.9.4に示すとおりである。往復で大差があつたりするが、震災直後は3時間から4時間を要していた。徐々に開通区間が延びることにより所要時間は短縮された。それでも通常は30分程度であるところを、代替バスを使ってはおおむね1時間半～2時間位はかかつていた。

阪神間の鉄道利用者は図-2.9.5に示すように、震災前には通勤・通学の48万人など1日に80万人であった。震災後の代替バス利用者は最大時で22万人であ

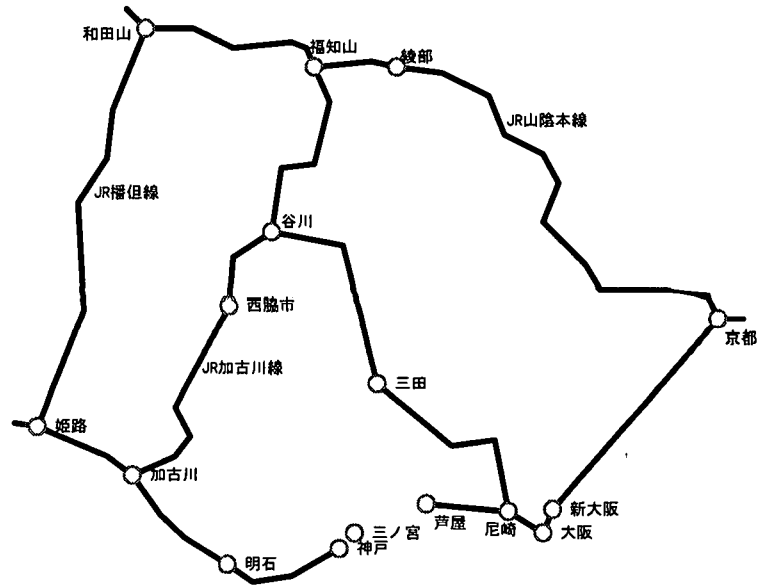


図-2.9.1 JR線による迂回ルート



図-2.9.2 神戸電鉄有馬線、三田線による迂回ルート

り、通勤・通学で30万人、定期外でも28万人減っている。通勤・通学者の残りに関しては、たとえば週に1度しか帰宅しなかったという話もよく聞かれた。道路交通状況が劣悪な中で、バスでよく22万人も運べたと言える。しかし、関係者の多大な努力によっても代替バスでは1/4しか運べなかったのであり、鉄道の輸送力を代替することの困難さが示された。

震災による鉄道不通時の代替輸送機関が果たした役割は以下のようにまとめることができる。まず鉄道迂回ルートは大きな迂回であっても定時性が高く、また遠距離の移動に対応する手段となった。代替バスは神戸・阪神地域間の最も重要な交通手段として機能し、とくに通勤・通学には欠かせなかった。路線バスも完全ではなかったが早い段階から運行を開始し、生活を支える身近な交通手段であった。船舶は道路事情に左右されない利点があり、四国・九州と関西方面間の輸送ルートとしての役割が大きかった。

2.9.3 鉄道輸送における災害への対応

鉄道輸送における災害への対応は災害により不通となった区間を早急に復旧することが第一である。それと同時に不通区間が果たしていた機能を代替する方策を実施しなければならない。すなわち代替輸送の確保である。そこで、ここでは阪神・淡路大震災時における代替輸送を省みることにより、震災時の代替輸送の問題点と課題について述べる。

代替ルートとなった播但線や加古川線、あるいは神戸電鉄などは通常とは全く異なる大量の利用者を扱わなくてはならなかった。災害時に代替ルートとして機能することを期待するならば、そのような大量の需要を想定しなければならず、複線化や電化等の施設整備が必要になる。しかし通常時の需要とは大きなギャップがあり、他路線の災害に備えた整備を行うことは採算性の問題が生じる。また他路線や他社から車両、人員の応援を受けるにしても限界がある。したがって、単に鉄道が存在することだけで需要の大きな鉄道路線の代替ルートの役割を果たせると考えてはならない。

災害時における鉄道ネットワークの信頼性の点からは、相互に代替機能を発揮できるネットワークを構築しておくことが望ましい。そのためには平常時に各路線に旅客が分散し、それぞれが余力を残しているようなネットワークが目指されるべきであると言えよう。同様に、乗り換え等が行われる結節点が分散したネットワークが好ましいことにもなる。旅客がいろいろなレベルで分散することは、地震等が発生した

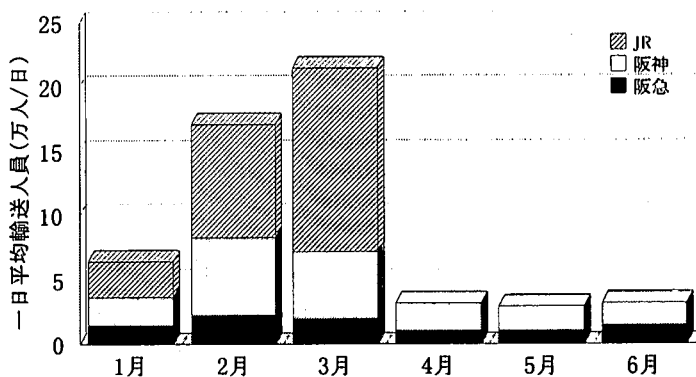


図-2.9.3 阪神間代替バスの輸送人員

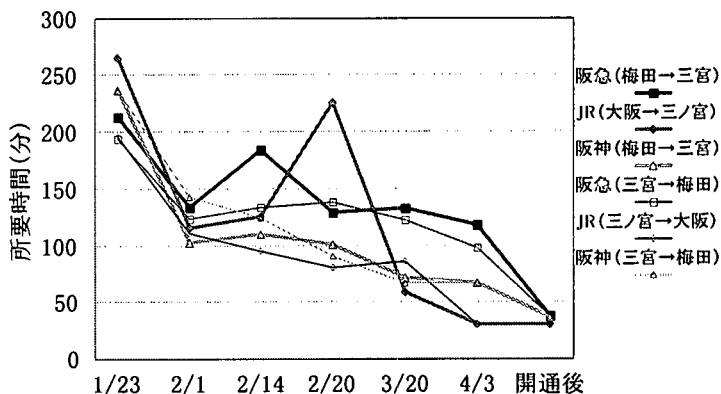


図-2.9.4 梅田(大阪)～三宮(三ノ宮)間の所要時間推計値

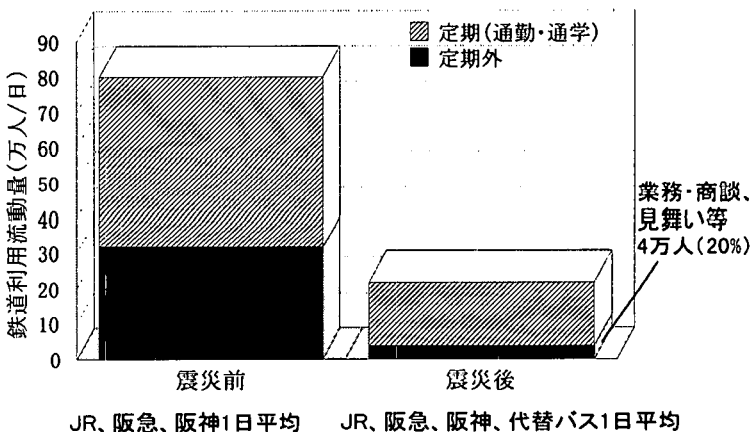


図-2.9.5 震災前後における鉄道利用流動量の変化(推計値)

時の旅客の安全に寄与する。多数の人間が集まることは公共交通には好ましいことではあるが、その安全を確保するには過度の集中を避けなければならない。災害時を考えれば、列車ごとや車両ごと、通路などあらゆるレベルで分散を図る配慮が必要なのではないかと考えられる。

鉄道迂回ルートや代替バスの利用においては、利用者に不慣れな路線であったり、多大な混雑のための混乱が生じたと考えられる。大規模な災害時には、被災地における旅客需要の円滑な処理が優先されなければならない。そのためには、鉄道各線や代替バスの利用に思い切った方策が考えられてもよい。たとえば共通化、単純化した臨時の運賃制度を設けるとか、鉄道不通区間をバスで連絡するにとどまらず、被災地域の公共交通システムを一元化して共同で代替バスを運用することなどが検討されるべきであろう。

大きな役割を果たした代替バスに関しては、バス停をどう設けるかが大きな問題であった。幹線道路とのアクセスや多数の利用者を待たせるスペースの確保など、都合のよい場所を得ることは難しい。余裕のある駅前広場が確保されていれば有効であり、今後は駅前広場の整備にこのような観点も考慮しなければならないであろう。運行ルートの設定に際しても、道路の被災状況、緊急輸送との調整、あるいはバスレーンの設置、交通規制等、関係機関との連携が必要であり、そのような体制が迅速にとれるようにしておかなくてはならない。

2.9.4 鉄道利用者への情報提供

震災後の鉄道運行状況は通常時とは大きく異なる。しかも、不通区間の部分開通や道路状況の変化によって代替輸送も日を追って変わってゆく。そのため、利用者に的確に情報を提供することが重要な課題であった。そこで、ここでは鉄道利用者への情報提供に関して述べる。

代替輸送が行われていた時期にどのような手段で、利用者に情報提供が行われていたかを示したのが表-2.9.2である。主な情報提供手段にはテレビ、ラジオ、新聞のほか、広報誌、運輸省で行われたファックスサービス、その他に窓口の設置などがあった。これらの情報提供手段のうち、鉄道事業者ごとにどれが使われたか示したものである。また提供された情報内容を示したのが表-2.9.3であり、代替バスの発着時刻や運行ルート、待ち時間、所要時間、運賃、それに発着場所などが情報提供された。

これに対して、利用者はどのような手段で情報を入手していたかをアンケート調査で調べた結果⁵⁹が図-2.9.6である。やはり、テレビと新聞から情報を得た人が多い。ファックスサービスの利用者は少ないが、サービスの存在を知らなかった人も多かったのではないと思われる。サービスを使用できた人には好評であった。またアンケート調査において利用者がどのような情報が欲しかったかを聞いた結果が図-2.9.7であり、所要時間、運行間隔、待ち時間の回答が多かった。

利用者に対する情報提供の課題をまとめると、ひとつは情報内容に応じたメディアの選択があげられる。すなわち、公共交通機関全体の運行状況等は、広くマスメディアの利用が適しており、音声情報や文字情報でかまわない。待ち時間や所要時間などのきめ細かい情報はマスメディアだけでは不十分であり、

表-2.9.2 鉄道各社の情報提供手段

	テ レ ビ	ラ ジ オ	新 聞	広 報 誌	運 輸 省 フ ァ ッ ク ス	駅 で の 掲 示 ・ 案	市 内 へ の 掲 示	専 用 窓 口	電 話 窓 口
JR 西 日 本	○	○	○		○	○			○
阪神電気鉄道	○		○	○	○	○		○	
阪 急 電 鉄	○	○	○	○	○	○			
神 戸 電 鉄	○		○			○			○
山陽電気鉄道	○	○	○	○	○	○			
神戸新交通			○		○	○	○		○

表-2.9.3 鉄道各社の情報提供内容

	発 着 時 刻	運 行 ル ー ト	待 ち 時 間	所 要 時 間	運 賃	発 着 場 所
JR 西 日 本	○	○	○	○		○
阪神電気鉄道	○	○	○	○	○	○
阪 急 電 鉄	○	○	○	○	○	○
神 戸 電 鉄	○	○	○	○		○
山陽電気鉄道	○	○		○		○
神戸新交通	○	○		○	○	○

ローカルメディアや事業者の窓口を通して提供することが適している。また画像情報の利用も有効である。

もうひとつの大きな課題は情報伝達手段の整備である。所要時間や待ち時間等の情報を利用者は欲しているが、そのようなオンタイム情報を公共交通の利用者に伝達する手段は乏しい。VICSの実用化に見られるように、自動車の利用者にはダイナミックな交通情報を得る手段が用意されている。これに対し、公共交通の利用者に対しては車内や駅でのアナウンス、あるいは駅での情報板などしかない。

この現状を考えたとき、災害時への備えにでなく平常時のサービス向上のためにも公共交通利用者に情報を提供するシステムが必要である。あらゆる公共交通機関共通で、利用者に詳細かつ確かな情報を提供できるようなシステムであり、たとえばミニFMでFM文字多重放送、いわゆる見えるラジオを使ったシステムなどが考えられる。周波数を決めておけば、視覚案内装置すなわち鉄道やバスの車内情報表示装置が利用者の手元にあるようなことが実現できる。情報が手に入らなくても支障がないことが多いが、今の時代はそれでは落ち着かない。災害時のことだけを考えた投資はつらいものであるが、情報化時代への対応によるサービス向上として公共交通利用者への情報提供システムが検討されることを期待したい。

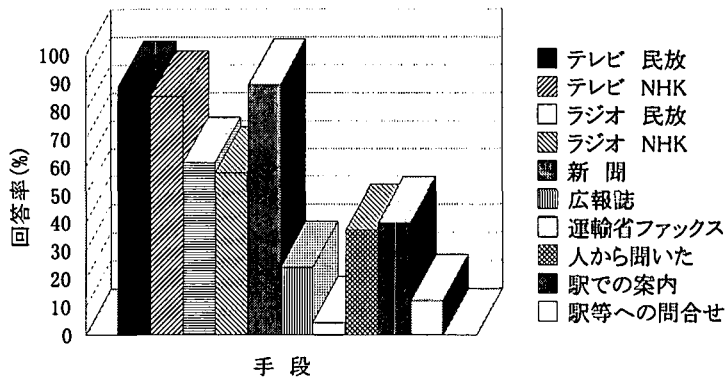


図-2.9.6 利用者の情報入手手段 (1ヶ月後)

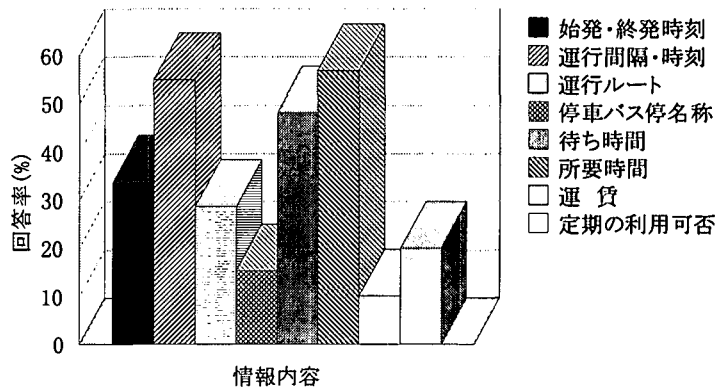


図-2.9.7 利用者が事前に入手したかった情報

2.9.5 阪神間における鉄道ネットワーク整備の課題

復興計画等においては、とくに道路に関して災害に強いネットワークの整備が提唱されている。災害への備えを検討しなければならないことは鉄道に関しても同様である。そのような観点からの今後の鉄道整備における一般的な課題はすでに述べたところである。それらも踏まえたとき、阪神・淡路大震災の被災地である阪神間地域においてはこれからの鉄道ネットワークの整備をどのように考えればよいかを述べることにする。

震災後、道路と比較してはるかに早く鉄道各線は復旧した。しかし、運行形態や利用者の流れが元と同じに戻ったわけではない。復旧の早かったJRの利用者は増加し、阪急や阪神の利用者は減少したと言われている。これは必ずしもすべてが震災に起因するものではなく、最近における各社の戦略が影響したものであるかもしれない。けれども、震災時に他の路線を使うことにより、使い慣れなかったルートが便利であることに気づいた利用者も多かったものと考えられる。一方で、阪急電鉄では神戸線の全線開通に際して特急の停車駅を追加したように、震災を契機に需要の変化に対応する目的で運行形態が見直された。これが利用者に対するサービス向上であるととらえれば、単なる復旧ではなく、まさに復興であったと言える。

阪神間は伝統的に私鉄が強い地域であり、首都圏と対比したときの関西の特徴でもあった。だが国鉄の民営化後、その勢力分布に変化が見られるようになり、震災が拍車をかけたと考えられる。それに対応して民鉄を中心にプリペイドカードの共通化が実施されるなど、関西における鉄道利用環境の変化が激しくなった。さらにJR東西線の開通によって福知山線や神戸方面から片町線への直通電車が走るようになった。

た。しかし、首都圏と比べて関西では鉄道の相互直通化が遅れていると指摘されて久しい。車両を持たない第3セクターの鉄道である神戸高速鉄道によって阪神、阪急、山陽、神戸電鉄の4社線が結ばれるという先進的な事例もあったが、相互直通化が実現した例は少ない。長年の間に、あるいは震災のために地域構造や都市構造は変化しており、人の流れも変化してきている。将来に予想される変化をも見込んだうえで鉄道ネットワークを再編し、既存鉄道路線の有効な活用を図らなければならない。また、相互直通化によって駅間での乗り換えを減少させることは、乗客の利便性だけでなく、交通結節点における防災性を向上させる観点からも必要なことである。

たとえば神戸においては、三宮が鉄道ネットワークの中心である。地下鉄海岸線や神戸空港のアクセス鉄道ができることになれば、その傾向はより一層強まる。しかし、現状においても人の流れに対して最適な鉄道運行形態になってはいない。1990年に行われた京阪神パーソントリップ調査の結果を見ると、図-2.9.8に示すように三宮地区においては12.5万人/日の鉄道駅乗り継ぎ者がある。その半数は地下鉄と他路線との乗り継ぎであり、この割合はさらに高まっていると推測される。この地区においては地下鉄が最も新しい駅であるが、その利用者には乗り継ぎを行う者が多く含まれているのである。阪神間には阪神、阪急、JRの3路線があり、阪神と阪急はともに神戸高速線から山陽電鉄まで直通している。現在の状況からすれば、おそらく阪神間のどちらか1路線と地下鉄との相互直通が行われるのが無駄な乗り換えを減らすために必要であろう。

三宮にある各駅はいずれも理想的な状態からは遠く、何らかの問題を抱えている。そこで、実現性を無視すれば、三宮地区を大改造することが考えられる。たとえば、阪急を地下化して地下鉄の西神方面と相互直通化し、地下鉄の新神戸方面からは神戸空港へ向かう路線とし、それに阪神が乗り入れるというようなものである。阪急と阪神の役割が逆になっても、もちろんかまわない。神戸空港アクセスが構想されている大阪湾横断鉄道へ発展することになれば、関西国際空港へも直結することになる。円滑な乗り換えが可能なJRを含めた総合駅を完成させれば、ようやく神戸の玄関にふさわしい駅になると思われる。

また阪神間における既存鉄道の代替ルートを整備することを目的とするならば、神戸電鉄有馬線の谷上から先を標準軌化、高速化して北神急行と直通運転を行い、さらに宝塚へ至る路線を建設することが考えられてもよい。これらが含まれたネットワークが完成したならば、極めて充実した鉄道サービスの供給が可能になるであろう。

阪神・淡路大震災の被害が社会的に許容できる範囲内であったのかどうかは評価する立場によって異なり、時間経過とともに変わってゆくであろう。個々の被災者にとって耐え難い災害であったことは事実であるが、何事もなかったかのように社会は動いていると見る人もあるであろう。震災と鉄道とに関しても様々な見方があるだろうが、冷静に検討してゆかなければならない。都市が大地震に襲われることは極めて確率の低いことである。しかし、対応が不十分であれば大きな混乱を招く。大量高速輸送が特性である公共交通としての鉄道が震災時にどうあるべきかに関しては、さらに検討を重ねてゆかなければならない。そのために阪神・淡路大震災の経験が役立ち、我が国では避けられない次の大震災時に円滑な輸送が確保されることを願いたい。

阪神間における交通システムは、ようやく落ち着きを取り戻した段階である。鉄道整備には多額の資金が必要なため、今後には大きな変化は見られないかもしれない。しかし、地球環境問題が深刻化すれば、非効率な自動車交通中心から公共交通中心の社会へ再度の転換を行わなければならない。それに備えて防災性をも考慮した鉄道ネットワークの整備方向を考えておくことは無駄なことではない。

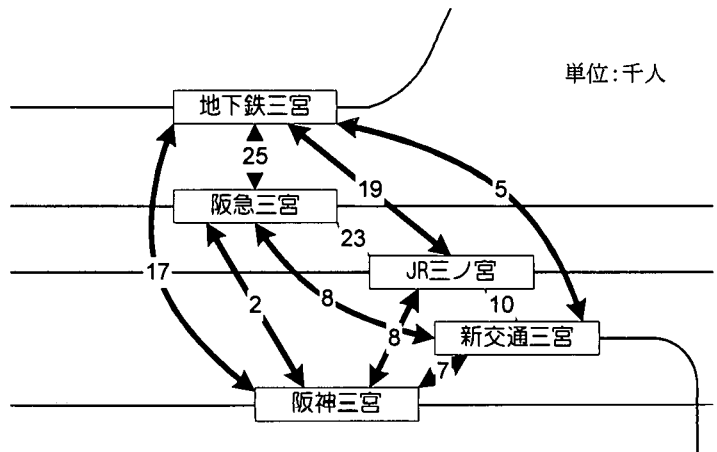


図-2.9.8 三宮における鉄道駅乗り継ぎ者数 (第3回京阪神パーソントリップ調査)

2.10 地震災害と海上交通

2.10.1 神戸港の被災

(1)概説

阪神・淡路大震災は人的にも物的にも甚大な被害をもたらした。港湾施設も例外ではなく、神戸港はほとんど壊滅的被害を受けた。神戸港は、物流機能が一時停止したが、それでも辛うじて使用可能なバースを利用して海上からの緊急支援の拠点として機能した。今回の震災では、マヒした陸路からの支援を代替する形で船舶を活用した海上からの支援が活躍した。これも、バースに大きな被害を受けたわりには港内交通が十分機能し得たことと、バースがいち早く応急復旧されたことによる。

この報告では、神戸港の被災状況と港内における交通の阻害状況、そして、神戸港の復旧復興の様子を海上の視点から分析する。

(2)バースの被災と船舶の被害

震災直後における神戸市港湾整備局の調査によると、そのまま使用可能なバースは公共および私設をあわせて14バースに過ぎなかった。この14バースの中には耐震バースの摩耶1突ABCの3バースが含まれていた。その後、陸上交通がマヒ状態にあるなか、緊急物資の搬入が海上ルートを使って始まろうとしていたことから、応急処置によってこれに対応できるバースを再調査したところ、摩耶および新港地区で44バース、六甲アイランドに7バースが確認された。しかし、ポートアイランドは1バース、東部1~4工区は皆無の状態であった。さらに、応急的な復旧処置により利用可能なバースを増やす努力がなされ、1月20日には、海上からの物資搬入を円滑に進めるため緊急物資の受け入れバースが指定された。六甲アイランドに2バース、摩耶1突西側に2バース、新港8突東側に2バース、新港4突西側に1バース、新港1突西側に1バース、兵庫3突に1バースと地理的にも配置を考慮したものであった。次いで、旅客船が発着できるバースも応急処置が施され、不完全ながらもメリケンパーク、ハーバーランド、ポートアイランド北公園、KCATが使用可能になった。

港内のバースには、地震前夜から21隻の船舶が着岸しており、そして、他にも港外アンカレッジに9隻が錨泊していた。表-2.10.1は、これら震災時に港内に停泊していた船舶について、当時の停泊バースとその船の総トン数、そして、被災後の行動を一覧表にとりまとめたものである。

これらの停泊船は、地震と同時に船体を底から突き上げられるような衝撃を感じ、特に岸壁係留船は大きく動揺した。これは、護岸の滑り出し、エプロンの陥没により船体が岸壁から突き放される際の横揺れと横移動によるものであった。しかし、どの船も無傷で停泊船舶はすべて無事であった。

神戸港内ではないが、東播磨港においては、係留中の鉾石船（20万DW）と石炭船（7万DW）に岸壁のクレーンがハッチ上に倒れかかり、上甲板、外板に損傷、クレーンの人員に負傷者がでる事故があったほかは、船舶には特筆すべき被害はなかった。船は津波さえなければ地震には強い。これは船を知るものなら常識であるが、今回の地震はそれを結果的に証明することになった。

神戸港内で地震に遭遇したこれら30隻の船舶は、その半分は17日夕刻までに、残りの半分も翌18日にはほとんどが出港していった。なお、震災当日、神戸港には40隻の入港予定船があった。その内9隻は一旦港外に投錨したが、ほとんどが17日中には抜錨出港し、このほかの21隻は神戸を抜港し他港へ行き先を変更した。

2.10.2 震災による港内交通の阻害

震災と同時に神戸港では、埠頭周辺においてコンテナの流出や車輛の海没などが発生し船舶航行に支障が生じた。また、これ以外にもLPガスの流出やドックからの船体の滑り出しの危険、コンテナバースでのガントリークレーン倒壊の恐れ、橋梁落下の危険性等々のため、船舶の航行に危険が及ぶ関連水域8カ所において航泊禁止の処置が取られた。表-2.10.2に、航泊禁止区域の設定の様子をとりまとめ、図-2.10.1に、航泊禁止区域の設定箇所を示す。

水没コンテナ、水没車輛等は1月23日までには、その引き揚げを終え、併せて海上保安庁が音響探査による水中障害物調査を実施した結果、港内主要航路は船舶航行に支障のないことが確認された。一方、夜間の航行安全に重要な灯台等の港内航行援助施設は配電線が切断したため一時消灯したが、2日後には仮灯設置などの処置が迅速にとられた。表-2.10.3に、航行援助施設の被災の状況をとりまとめている。

この他、震災当日、苅藻島の倉庫から危険物入りのドラム缶164本が流出する事故があったが、幸い船舶との衝突などは免れた。しかし、たった1件、1月29日午前5時40分頃、神戸港内新港5突東側海上でパイロットボートが漂流中のコンテナと接触する軽微な事故があった。震災後、種々の交通阻害要因の発生に

加え、緊急物資輸送船で混乱する神戸港内において、さしたる事故もなく迅速な復旧措置ともあいまって震災の復旧期に港内交通が安全にその機能を果たし得たことは、今後の災害支援における海上交通の活用には大きな示唆を与えるものであろう。

2. 10. 3 神戸港の復旧復興と海上活動

(1) 神戸港におけるバース復旧のあしどり

被災したバースにおいては2月に入るところには復旧工事が本格化しはじめた。神戸港ではコンテナバースを優先して工事が着手され、例えば、六甲アイランドのコンテナターミナルにおいては、2月にはヤードの基礎工事が開始された。続いて、ガントリークレーンの撤去、クレーンレールの再敷設、ガントリークレーンの再設置と急ピッチで復旧工事がすすめられ、その結果、5月1日には復帰第一船をオンバースさせるに至っている。

神戸港のバース復旧工事の進捗に伴う利用可能バースの増加の様子については、2月半ばには、被災から1カ月にして復旧率は50%に達している。4月から5月にかけての間に復旧率は60%を越えたものの、その頃にはほとんど横ばい傾向となっている。これは、いったん応急復旧させたバースを当面供用しながら、残りのバースを本格復旧させ、その後に供用中のバースを本格復旧に切り替えて行く考えによるものであり、4月から5月の時期には応急復旧が一段落して、この頃より本格復旧工事が始まったとみることができるところ。

(2) 入港船舶数にみる神戸港の復旧

震災直後は物流機能を喪失した神戸港ではあるが、関係者の懸命の努力の結果、その後約半年間で港湾機能は約60%にまで回復した。この間の復興の勢いは目を見張るものがある。この間の入港船舶数の推移を外航船、内航船別に分類したうえで、さらに2年間にわたって入港船舶数の推移をみると、きわだった特徴がみえてくる。図-2. 10. 2、図-2. 10. 3は、平成6年の入港船舶数を基準とする同月比で神戸港の港湾機能の回復ぶりを示したものである。

図-2. 10. 2は外航船についてみたものであるが、震災から10カ月後には入港船舶数は80%にまで回復している。しかし、その後は横ばい状態で推移し、震災から2年が経過しても80%を大きく上回ることがない状況が続いている。これは、震災を契機に航路を変更したり、他港にシフトした物流が元に戻らない事情を反映したもので、神戸港にとっては大きな課題を抱える結果となっている。

図-2. 10. 3は、内航船に関してみたものである。これによると震災直後においても入港船舶数の落ち込みは80%程度にとどまり、震災1年後には完全に元に戻っている。こうしてみると内航船には震災の影響はあまり大きく現れなかったといえよう。

図-2. 10. 4、図-2. 10. 5は、同じ時期の2年間について、これを大阪港で見たものである。外航船に関しては震災直後大阪港が神戸港の代替港として貨物を受け入れたこともあって、入港船舶数は最大約45%も増加した。しかし、1年後にはこれも元通りに戻っている。内航船に関しては、震災直後に約40%程度入港船舶数が増加したが、これもほんの一時期だけで、それ以外は大きな影響はみられずすぐに平年なみにもどっている。

(3) 神戸港の復興とガレキの港内搬送

神戸港の復興計画には、耐震強化岸壁を合計17バース配置する計画が盛り込まれるとともに、六甲アイランド南埋立て造成、摩耶埠頭1~3突間の埋立て、新港突堤東地区5~8突間の埋立てが港湾計画の改訂案として認められた。これらの埋立てには、震災によって生じた市街地からのガレキも一部利用されることになったが、これらは渋滞する市街地道路を避けて海上ルートで運搬された。ガレキはコンクリート系が660万 m^3 、木質系が700万 m^3 、合計1,300~1,400万 m^3 の量が発生すると予想された。ガレキの海上ルートによる搬出は2月10日より始まり、当初は、泉大津と尼崎のフェニックスへ搬出されていたが、4月以降はすべて港内埋立て現場に搬出されている。図-2. 10. 6は、神戸港におけるガレキの積み出し基地の配置と海上搬送ルートを示している。

(4) まとめ

今回の地震では神戸港は甚大な被害を被った。しかし、当日港内に停泊していた船舶には全く被害がなかった。船は津波さえなければ地震には強い。これは船を知るものなら常識であるが、今回の地震はそれを結果的に証明することになった。また、神戸港は物流機能が一時停止したが、一方では使用可能なバースを利用して海上交通との連携により緊急支援拠点として活用された。これは、従来あまり意識されてこなかったが、港湾は緊急時の防災拠点として機能することが今回の震災が立証することとなった。

被災から緊急・応急の対応、そして、復旧・復興への過程のどのステップにおいても船舶との強い連携

によって神戸港は着実に復興した。震災後、種々の交通阻害要因に加え、緊急物資輸送で混乱する神戸港内において、事故なく震災の復旧期に港内交通が安全にその機能を果たし得たことは、今後の災害支援における港湾と海上交通の連携のあり方に大きな示唆を与えるものである。

しかしながら、震災から2年が経過しても外航船の復帰率が80%を大きく上回ることがない状況が続いていることは、神戸港にとっては大きな課題を抱える結果となっている。

表-2.10.1 震災時港内停泊船舶と被災後の行動

バース	総トン数	出港日時
兵庫突堤T	7,534	17-09:30
六アイC7	18,487	17-09:40
六アイC6	2,181	17-11:00
ポーアイD	3,381	17-12:00
摩耶コンテナRS	5,987	17-14:20
ポーアイL7	15,511	17-15:00
ポーアイL5	15,511	17-15:30
2突-G	2,769	17-16:55
4突-02	7,179	17-17:00
六アイNO	6,412	18-08:30
六アイC	1,292	18-11:00
3突-N	2,006	18-13:20
摩耶1突A	1,997	18-13:30
ポーアイL2	11,292	18-14:00
ポーアイL8	13,436	18-16:00
ポーアイ13	2,520	18-17:00
摩耶2突IJ	33,405	18-17:00
1突-EF	1,676	19-10:30
2突-I	5,072	19-12:00
1突-D	9,605	20-12:00
7突-A	390	(川崎DOCKへ移動)
ANCHORAGE	7,828	17-08:00
ANCHORAGE	13,079	17-10:30
ANCHORAGE	1,557	17-12:00
ANCHORAGE	8,652	17-15:00
ANCHORAGE	16,150	17-20:00
ANCHORAGE	4,136	18-11:00
ANCHORAGE	965	18-12:00
ANCHORAGE	28,401	18-13:35
ANCHORAGE	7,949	20-09:00

表-2.10.2 航泊禁止区域の設定

対象水域	理由	設定日時	解除日時
1. 東部第2工区MCターミナル付近前面水域	LPガス流出のため	1/18 07:00	1/22 15:00
2. 神戸港第3航路北西水域	水没コンテナ存在のため	1/18 17:00	1/23 11:00
3. ポーアイ中埠頭と南埠頭の間の水域	コンテナ流出浮遊のため	1/17 17:00	2/13 11:30
4. 神戸港神港4突東側水域	コンテナ流出浮遊のため	1/17 17:00	1/27 18:30
5. 川崎ドック前面水域	船体滑り出しの恐れ	1/17 時間不明	1/20 14:00
6. 六甲アイランド南西および南東付近水域	ガントリークレーン倒壊の恐れ	1/20 15:00	RC2,3西側 2/1 12:00 RC3 南側 3/9 17:00 RC6,7南側 3/6 12:00
7. 東神戸水路、5,000総トン数以上の航行禁止	東神戸信号所の機能停止による	1/20 午後	1/27 18:00
8. 尼西芦屋港西宮大橋直下水域	西宮大橋倒壊の恐れ	1/20 10:00	2/23 12:00

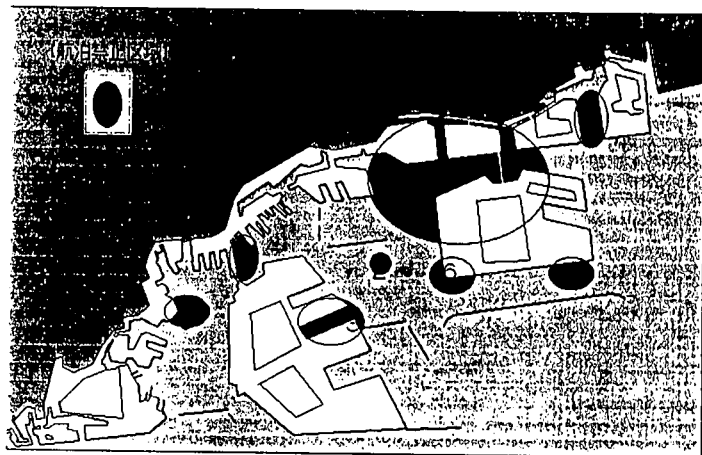


図-2.10.1 航泊禁止区域の設定水域

表-2.10.3 航行援助施設の被災状況

被災した航行援助施設	損壊状況	応急処置	復旧
神戸製鋼灘浜導灯(前灯)	配電線切断消灯	2/14現在休止	4/11
神戸港第3防波堤東灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/20 17:00~)	2/ 8 13:00
神戸港第6防波堤灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/19 17:30~)	2/ 7 17:10
神戸港第6南防波堤灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/19 17:30~)	2/ 7 17:10
神戸港第2防波堤南灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/20 17:00~)	2/ 2
神戸朝エントルホテル屋上灯台	配電線切断消灯	中突堤朝エントル屋上に移設	4/11
神戸港第1防波堤西灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/19 17:30~)	1/20 16:00
神戸港和田防波堤灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/19 17:30~)	1/20 16:00
神戸港長田防波堤灯台	配電線切断消灯	仮灯設置(1/20 ~)	4/ 4
東神戸信号所	機能停止	仮復旧(1/27~)	

被災した航行援助施設	損壊状況	応急処置	復旧
江崎船舶通航信号所	テレックス回線故障 レーダアンテナ倒壊	テレックス回線回復 レーダ監視仮復旧(2/6 17:00~)	1/25 13:00
上島灯台	灯台光力減少	仮復旧(1/24 13:00~)	2/ 9

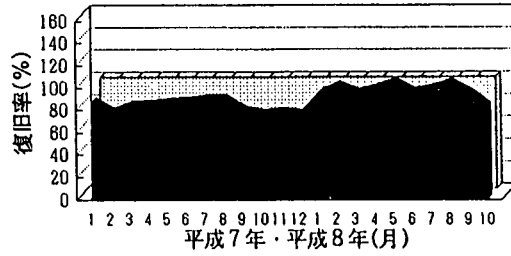
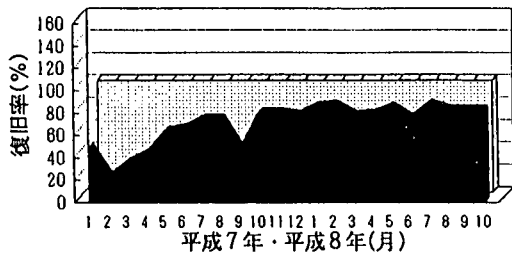


図-2.10.2 神戸港における外航船の入港隻数推移

図-2.10.3 神戸港における内航船の入港隻数推移

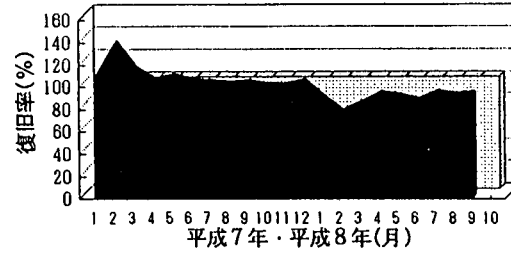
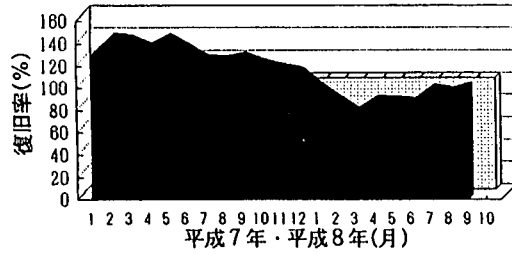


図-2.10.4 大阪港における外航船の入港隻数推移

図-2.10.5 大阪港における内航船の入港隻数推移

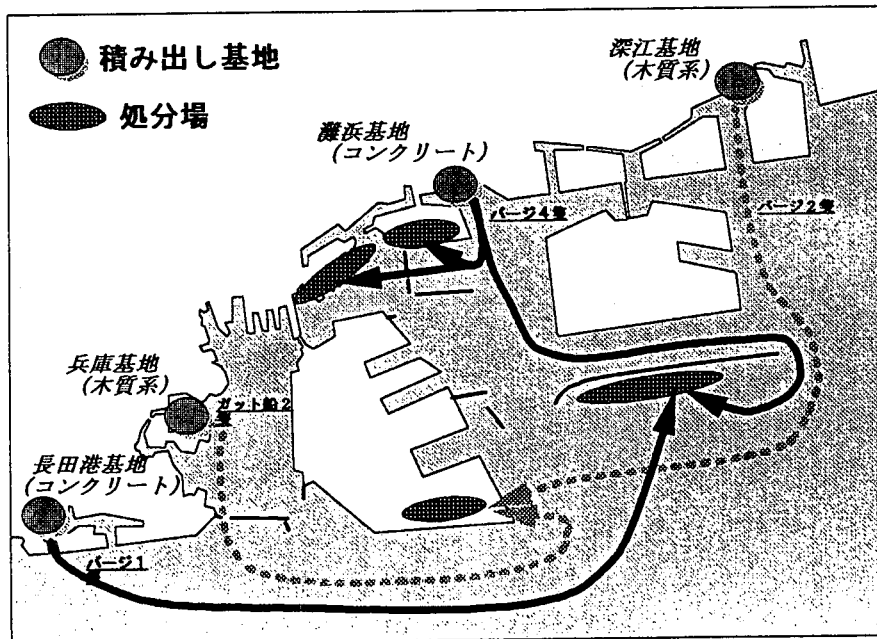


図-2.10.6 ガレキの海上搬送ルート

2.11 船舶を活用した海からの支援

2.11.1 緊急時における船舶機能の活用

(1)概説

人間が日常生活、社会生活を営む上で欠くことができない重要なものは、衣・食・住、交通、通信の機能である。しかし、これら絶対に失われてはならないものが大規模地震災害においては、簡単に喪失途絶してしまうことを今回の地震でつぶさに経験した。被災直後最も迅速になされるべきことは、人命救助と被災住民の緊急生活援助である。しかし、通信の混乱と交通渋滞は支援要員の行動を遅らせ、水、食料、毛布など緊急物資の輸送を遅らせ、救急、消火活動をも阻害する結果となった。

これら重要な緊急初動活動をこれほどまでに遅らせた理由のひとつには、すべての活動が陸上中心に行われようとしたことがあげられる。阪神地区は南北に海と山が迫り東西に細長い交通のボトルネックにあたる。このような地理条件のところでは、すべての活動を陸上に依存し過ぎると緊急の対応に窮することになる。特に今回の地震では、道路の閉塞が同時にすべての緊急活動をマヒさせてしまうことを我々は学ぶことになった。

このような緊急活動の停滞に対し、即座に代替できるのは船舶が有する自己完結機能と海上輸送機能ならびに通信機能である。阪神間のように長い海岸線をもつ沿岸域に位置する地域においては、今後の危機管理には船舶であればこそその機能を有効に利用する発想が重要であろう。現実には、今回の震災では神戸港が被災したなか応急処置を施したバースを利用して、船舶は生活機能を提供し、また、人の移動や物資の輸送等を通じて、途絶した陸上交通に代わって海上交通が重要な役割を担った。

この報告では、船だからこそ力が発揮できる災害に対する緊急支援機能が、今回の震災に対しどのようにその役割を果たし得たかを検証する。

(2)船舶機能とその活用

図-2.11.1は、地震災害時に船舶を利用するに際しての船舶固有の利点と、その特質を活かすための活用法をとりまとめたものである。船はそれ自体、人や物を運ぶ道具であるだけでなく乗組員の生活の場でもある。したがって、船内には電気、水、食料、風呂、トイレ、冷暖房設備、厨房設備、宿泊設備といった生活に必要なすべてのものが整っている。これら自己完結的小社会の機能を利用することにより、緊急時にはそのまま被災者の一時避難所としての活用が可能である。また、被災者への食事、給水、風呂、トイレなど生活と健康維持のための設備供用が可能であり、被災者だけでなく復旧支援要員の宿泊所としての利用や医療設備の整った船では医療救急活動の拠点としての活用も考えられる。

船の本来の機能は人や物を一度に大量に運べる輸送機能にある。海岸線沿いに救援人員や緊急物資を被災地に送り込む海上輸送ルートの利用は、陸上交通に代わるもう一本の海の幹線道路の活用といってもよい。海上ルートは道路のマヒや混乱に左右されることはない。

船舶輸送は一般には大型船による大量・低速・低頻度輸送が主であるが、近年では高速船、超高速船による少量・高速・高頻度輸送が活発化し、特に大阪湾では関西国際空港の開港とともに海上は高速化時代に入っている。現在、大阪湾には速力30ノットの高速艇と速力45ノットのジェットフォイルが就航している。この航行速度を利用すると大阪-神戸間は30分から45分で結ぶことができる。緊急時にはこのような高速船の迅速な輸送機能を活用することにより、近隣都市の医療機関への救急患者の搬送やマヒした陸上交通に代わる被災者の移動の足としての利用が可能となる。

船が有するもう一つの特徴は途絶しない通信機能を備えていることである。船舶は通常の設備として国際VHF、無線による船舶電話、海事衛星通信やマリネットを利用した船舶電話、FAX、テレビ、ラジオにの受信等々幾通りもの情報収集・発信機能を備えている。船舶はとくに緊急時に重要となる情報収集発信能力を失うことがないことから、指令中枢の代替施設としての活用も期待できる。

2.11.2 震災直後における船舶の活動

震災からの日時経過を分類して、最初の3日程度を緊急時、それに続く1週間程度を応急時、それ以降を復旧時といわれることがある。これは、震災直後は救援活動は急を要する生命と財産の保全のための活動に勢力を注ぎ、その後は住民の生活と健康維持、そして、社会活動を取り戻すための活動へと重心が移っていくことによるものであろう。

図-2.11.2は、震災直後の緊急時と応急時を含む10日間に着目し、主に新聞記事の記載をもとにこの期間における船舶の活動の足跡を整理したものである。これより、いわゆる応急時に入る頃から救援活動に船舶本来の機能を活かした活躍がみられるようになるが、しかし、緊急初動態勢時に船舶の活用がいまひ

とつ活発でなかったことが伺える。

震災直後の緊急時における救援活動においては初動の立ち遅れは許されない。この時期もっとも重要な活動は、救命医療と負傷者の移送ならびに消火活動である。今回の震災では東西幹線道路が高速道路の倒塌と大渋滞で交通途絶したことに通信網の混乱が加わって患者を近郊の病院に移送することができなかった。これは関係者の誰もが自動車による東西方向への輸送しか思いつかなかったからである。津波の心配がないとなれば患者をいち早く浜手に運び舟艇、艦艇などを使用して大阪等の近郊大都市へ患者を搬送する。このことが実際に行えていたならより多くの尊い生命を救うことができたはずであった。さらにこの時、治療設備を備えた船舶が活用できる態勢にあったなら事態はもっと好転していたかもしれない。

実際には、震災から4日目になって人工透析の必要な患者を高速クルーザーが六甲アイランドから大阪港ヘリレー搬送を行った経緯があるが、今回の震災においては緊急時の救命救急活動に船舶が十分活用されたとはいえない。今後船舶を活用した危機管理体制にこの点を検討する余地は十分にある。

今回の震災でもう一つの惨事は火災による人命財産の犠牲である。交通渋滞により消防車の到着が遅れたことに加えて消火活動を行うための消火用水が得られなかったことが主な理由である。1月17日、震災直後に発生した長田区の火災では、長田港に出動した消防艇“たちばな”から海水を汲み上げ、途中ポンプ車7台を中継して1.2km先の火災現場まで送水しつづけた。また、1月19日には海上保安庁の消防船“かいりゅう”がポートアイランドの倉庫火災に出動し海上からの放水により鎮火させ、さらに、同日朝、三宮商店街の火災の際、水不足のため神戸港メリケン波止場から海水を汲み上げて、これを何台ものポンプ車でつなぎながら800m北の三宮商店街の火災延焼防止にあたった話もある。

このように、陸上の消火活動も海上から緊急支援できることが今回の震災で実証された。今後は、緊急時には海ぎわから山側に海水を移送する能力を備えた船舶を必要な箇所に派遣できる体制も重要な検討対象のひとつであろう。

2.11.3 応急・復旧時における船舶の活用

(1)海上支援拠点としての利用

船が有する緊急支援機能は震災から3日目あたりから積極的に活用され始めた。そのひとつが船舶特有の自己完結機能を活用した被災住民への宿泊の提供、食事、水、風呂の提供、そして、救援要員のためのホテルシップとしての活用などである。バースが殆ど使用不能となったなか、かろうじて係留可能なバースを利用した機能活用ではあったが、図-2.11.3には、震災後から3月末までの間に船舶が避難宿泊施設や海上支援拠点として利用された例を使用船舶、係留バース、利用実績とともに調査した結果をとりまとめている。

これによると、震災からはほぼ2週間を経過した2月1日をピークに10隻～15隻の船が係留利用されていたことがわかる。とくに、医療団、消防救急要員、ガス、電力復旧要員、港湾、土木技術職員等の活動拠点として利用されたホテルシップは神戸港新港地区に集中して係留され、2月1日には10隻が新港4突から7突のバースに接岸していた。また、同じ日、神戸商船大学のポンドでは練習船深江丸(450GT)と弓削丸(240GT)が医療団やボランティアに宿泊設備とシャワーを提供し、この他にも青木フェリー埠頭では高松航路のフェリーが船内の入浴施設を市民に開放、さらに、尼崎港には芦屋市がチャーターした被災者のための避難宿泊船フェリーすずらん(8,847GT)が接岸していた。

表-2.11.1には、船の生活機能を利用した船舶活用の事例の全貌を整理しているが、これより、30隻に及ぶ船舶がのべ6万人以上の人々に生活上の支援を果たしていたことが明らかとなった。あらためて船舶の支援機能の規模の大きさに注目し、この面での支援能力を今後の危機管理に活かすべきであろう。

(2)緊急物資と支援要員の輸送

マヒした陸上道路を避けて海上ルートを使った緊急物資と支援要員の輸送が本格的に始まったのは震災2日目の1月18日からである。それに先駆けて大阪、堺、高石といった近郊から消防艇を使用した救急要員の送り込みや水、食料などの物資輸送が17日深夜から行われ、18日の夜明けとともに大阪湾周辺諸港から給水船、タグボート、通船、漁船、巡視船艇、その他船舶を駆使した被災者支援のための緊急輸送活動が活発に行われた。また、電気、水道、ガス、電話といったライフラインを復旧させるために必要な人員と資機材、車両などは九州からの定期長距離フェリーを利用して大阪経由で神戸入りするなどの例にみられるように、大量の支援要員の輸送に海上ルートが力を発揮した。

一方、港湾側では、海運各社による救援物資の無料輸送が被災地域に届き始めた1月22日には、それらの物資の受け入れ拠点として神戸港に7カ所、尼西芦屋港に5カ所、淡路、姫路に各2カ所を指定して本格的な受け入れ態勢を整えた。日本内航海運組合総連合会が運賃を負担する内航船による無料物資輸送は、

それが始まった1月19日から無料輸送が終了した3月12日までの間に、11社で合計11,580トンにのぼった。

このほか緊急物資輸送は航空機によっても関西国際空港に空輸され、国内各地からは1月18日から届きはじめ、海外からは1月21日から到着し始めた。関西国際空港から被災地神戸までは海上ルートで約20マイルの距離であり、この間の輸送は主に海上保安庁の巡視艇があたった。普段からこのルートには海上アクセス(株)のジェットフォイルが旅客輸送に就航しているが、緊急時における海上空港の利便性と海上アクセスの利点が大いに発揮されたといえよう。

図-2.11.4は、海上ルートから神戸港に搬入された緊急物資を受け入れバース別にみたものである。神戸市の統計によると3月17日までに海上から陸揚げされた緊急物資は合計約3万3千トンであるが、このうちの50%が新港地区で49%が東部地区で受け入れられた。緊急物資の内容はほとんどが飲料水であり、食料、日用品、医薬品、建設資機材などが約1千トンであった。なお、地震による被害を免れた耐震バースの摩耶第1突堤は主にフェリーなどにより復旧の支援要員や資材などの陸揚げに使用された。

(3)臨時旅客輸送

陸上交通に代わって、船舶による海上交通は救援要員や救援物資の輸送のほかに、避難、買い出し、通勤のための人の足を支えた。陸上では阪神間を結ぶ鉄道や道路の途絶に加えてポートアイランド、六甲アイランドを南北に結ぶ新交通システムや連絡橋梁が不通となり、あらゆる地区で人の動きが隔絶された。そのようななか、いちはやく人の移動に便宜を与えたのは神戸から関西新空港への海上ルートをつなぐために開設されたメリケンパーク～KCAT間の港内臨時航路であった。メリケンパークもKCATもバースの損壊は甚だしかったが飛行機便への乗り継ぎを急ぐ乗客や関空経由で移動ルートを求める人々のために、早駒運輸(株)が1月19日からKCATまでの足の便を確保し、海上アクセス(株)はKCAT～関空間を震災当日に2便、翌18日に1便、19日には8便を運航し、それ以降は順次増便して海上からの直行ルートを維持した。

震災から3日を過ぎたころには、ポートアイランドとメリケンパーク、そして、ハーバーランドから大阪天保山、メリケンパークから姫路へと、港内における人の移動だけでなく被災地神戸から東西方向への人の流れを支える臨時航路が次々と開設されて、途絶した陸上交通に代わるもう一本の海上幹線ルートが確立された。図-2.11.5に、震災後に開設された海上幹線ルートの全容を図示した。この海上幹線ルートの神戸港における拠点はメリケンパークとハーバーランドであったことがよくわかる。

人の移動を海上ルートで代替するには街区と港区が地理的に、そして、人と港が心理的に乖離してはならない。その意味ではメリケンパークとハーバーランドは日頃から市民が集うウォーターフロントとして、また、小型艇の乗降基地としての機能を果たしており、潜在的に災害時における海上交通基地としての条件を備えていたといえる。このように、人と港、港と街の心理的、地理的乖離の解消と船舶の機動力とのマッチングは今後の災害時海上ルート活用への教訓とすべきであり、今後はこの利点を活かせるような港湾計画が望まれる。

表-2.11.2は、震災後に開設された臨時航路と就航船舶の全貌をとりまとめたものである。合計15航路が開設され、30隻におよぶ小型旅客船が活躍したが、なかでも速力25～30ノットの高速艇と速力43ノットのジェットフォイルは200～400名と比較的多くの旅客を短時間で目的地に輸送できる利点から今回の震災ではその機動力を大いに発揮し、海上幹線ルートの中心的輸送手段として活躍した。

図-2.11.6は、それぞれの臨時航路の開設期間を整理したものである。これを見ると神戸から姫路や明石に向かう神戸以西航路は2月中にはすべて閉鎖されたことがわかる。これはJRが西の方から順次開通していった経緯によるものである。なお、神戸から東に向かう航路はおおむね4月をめどに閉鎖されたが神戸港の港内航路は人工島への新交通システムの復旧に時間がかかったことから震災から半年にわたり海上交通が人工島住民の生活の足を支えつづけた。

図-2.11.7に、臨時航路の開設から4月30日までの各ルートごとの旅客輸送実績をとりまとめた。この期間に67万人以上の利用があったが、そのうち大阪への利用者が3分の2を占め、港内の移動がおおよそ2割を占めていた。

また、図-2.11.8には超高速ジェットフォイルの輸送実績を日経過として捕らえてみたものである。臨時航路の天保山ルートは、震災後ほぼ1か月間は避難、買い出し、慰問などに利用されることが多かったためか曜日に無関係に利用客があったが、1か月を経過するころから土日の利用が明らかに減少する傾向がみとれる。このころからジェットフォイルが主に大阪方面への通勤の足として利用されていたことが伺える。KCATから天保山までの所要時間が30分であることから考えれば、陸上に代わるもう一本の海の幹線道路として海上ルートが市民に受け入れられたといえよう。

(4)まとめ

今回の地震では、すべての事の起こりは「陸上交通のマヒ」と「通信連絡系統の途絶」にあった。

緊急活動の停滞に対し即座に代替できるのは船舶が有する自己完結機能と海上輸送機能ならびに途絶しない通信機能である。実際に、今回の震災では神戸港が被災したなか応急処置を施したバースを利用して船舶は生活機能を提供し、また、人の移動や物資の輸送等を通じて、マヒした陸上交通に代わって海上交通が重要な役割を担った。

しかし、緊急時の救命、救急、医療活動については船舶が十分活用されたわけではないし、陸上火災に対する海上からの支援が十分行える体制にあったわけではない。また、活動の開始も緊急初動時にすべてがいちはやく立ち上がっていたわけではなく、さらに、途絶することのない通信機能を使用しての情報の収集や指令の発信に船舶が活用された形跡はない。このように船だからこそ力が発揮できる災害に対する支援機能は、今回の震災においてそのすべてが活用されたわけではなく、その役割を十分果たし得なかった点もある。

人口集中都市のほとんどすべてが沿岸域に位置する我が国においては、船舶を活用した海上からの支援活動は、防災活動を考えるうえではなくてはならない発想である。ここでの検証結果と反省を糧として、今後における海上からの支援活動のあり方を検討し、これを実際に具体化する努力を怠らないことが重要である。

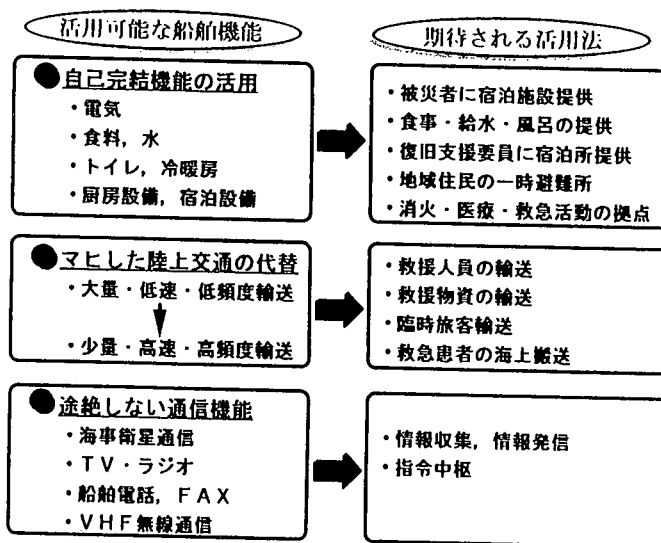


図-2.11.1 船舶機能とその活用

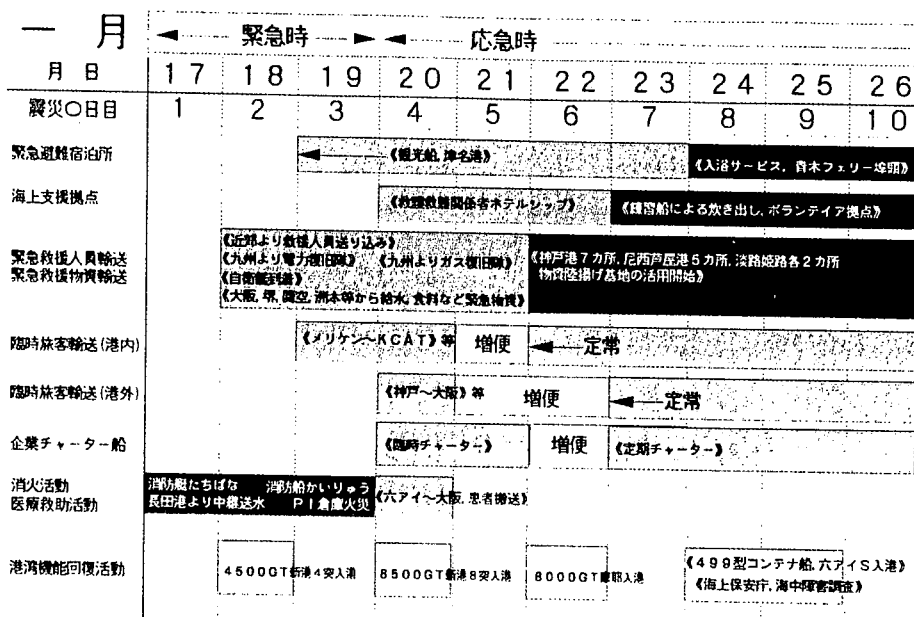


図-2.11.2 震災直後の船舶の活動

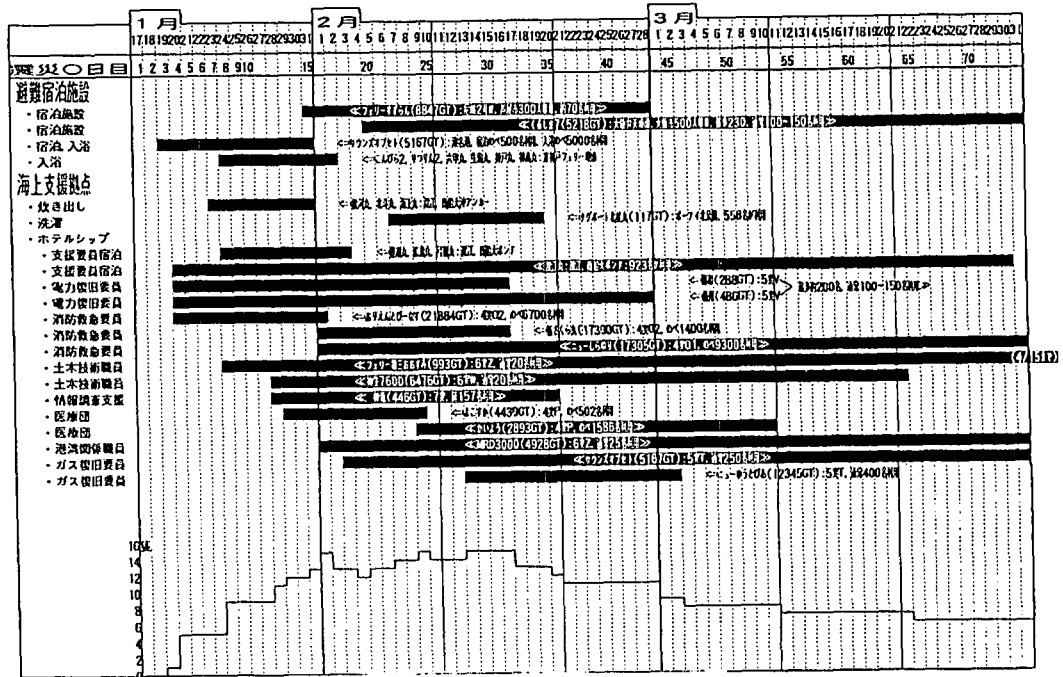


図-2.11.3 海上支援船としての活躍

表-2.11.1 船舶の生活機能を利用した海上支援基地としての活用事例

利用目的	係留期間 《係留日数》	船名 (総トン数)	係留バース	利用実績
避難宿泊施設	1/19～1/31 (13日間)	サウンズオブセト (5,167GT)	湊名港	宿泊にのべ500名が利用 入浴にのべ5000名が利用
避難宿泊施設	1/31～2/28 (29日間)	フェリーすずらん (8,847GT)	尾崎港 2号岸	芦原市が300人募集、 約70名が利用
避難宿泊施設	2/5～3/31 (55日間)	くろしま7 (5,218GT)	大阪港 芥天埠頭	大阪市が500人募集、最多230名 通常100～150名が利用
入浴施設提供	1/24～2/2 (10日間)	こんびら2 (3,560GT) リツりん2 (3,577GT) 六甲丸 (2,934GT) 生駒丸 (2,949GT) 神戸丸 (3,717GT) 神高丸 (3,611GT)	東神戸 フェリー埠頭	各船交替で昼間のみ提供 通常200～400名が利用
炊き出し	1/23～1/31 (9日間)	銀河丸 (4,888GT) 北斗丸 (5,856GT) 海玉丸 (2,556GT)	神戸港 深江沖アンカー	朝食・夕食を交通艇にて 高船大ボンドに運搬
洗濯	2/7～2/19 (13日間)	北尾丸 (117GT)	神戸港 ポーアイ北公園	タグ船上に洗濯機6台、付近住民に 洗濯サービス、558名が利用
海上支援拠点	1/24～2/3 (11日間)	豊潮丸 (320GT) 広島丸 (334GT) 弓削丸 (240GT)	神戸港 高船大ボンド	医療団、炊き出し要員、 ボランティアのホテルシップ
海上支援拠点	1/20～3/31 (71日間)	深江丸 (449GT)	神戸港 高船大ボンド	医療団、炊き出し要員、大学職員の ホテルシップ、923名が利用
海上支援拠点	1/20～2/16 (28日間)	郵和 (288GT)	神戸港 5突V	電力復旧要員のホテルシップ 最多約200名、通常100～150名
海上支援拠点	1/20～2/28 (40日間)	備州 (486GT)	神戸港 5突V	電力復旧要員のホテルシップ 最多約200名、通常100～150名
海上支援拠点	1/20～2/1 (13日間)	おりえんとびーなす (2,1884GT)	神戸港 4突O2	消防救急要員のホテルシップ のべ6700名が利用
海上支援拠点	2/1～2/16 (16日間)	新さくら丸 (1,7390GT)	神戸港 4突O2	消防救急要員のホテルシップ のべ1400名が利用
海上支援拠点	2/1～3/31 (59日間)	ニューしらゆり (1,7305T)	神戸港 4突O1	消防救急要員のホテルシップ のべ9300名が利用
海上支援拠点	1/24～4/15 (82日間)	フェリー第3おおすみ (993GT)	神戸港 6突Z	土木技術職員のホテルシップ 通常20名が利用
海上支援拠点	1/28～3/21 (53日間)	神生7600 (6,476GT)	神戸港 6突W	土木技術職員のホテルシップ 通常20名が利用
海上支援拠点	1/28～2/20 (24日間)	神庵 (446GT)	神戸港 7突	情報調査支援者のホテルシップ のべ157名が利用
海上支援拠点	1/29～2/9 (12日間)	よこすか (4,439GT)	神戸港 4突F	医療団のホテルシップ のべ502名が利用
海上支援拠点	2/9～3/10 (30日間)	かいはう (2,893GT)	神戸港 4突F	医療団のホテルシップ のべ1586名が利用
海上支援拠点	2/1～3/31 (59日間)	MFD3000 (4,928GT)	神戸港 6突Z	港湾関係職員のホテルシップ 通常25名が利用
海上支援拠点	2/3～3/31 (57日間)	サウンズオブセト (5,167GT)	神戸港 5突T	ガス復旧要員のホテルシップ 通常250名が利用
海上支援拠点	2/13～3/2 (18日間)	ニューゆうとびあ (12,345GT)	神戸港 5突T	ガス復旧要員のホテルシップ 通常400名が利用

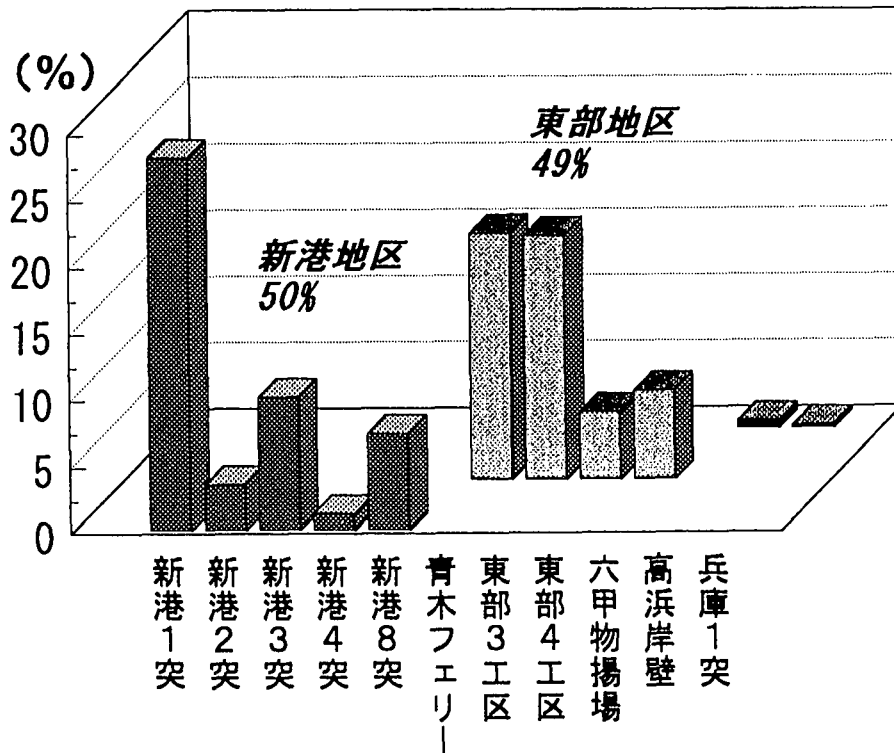


図-2.11.4 救援物資の受け入れバース

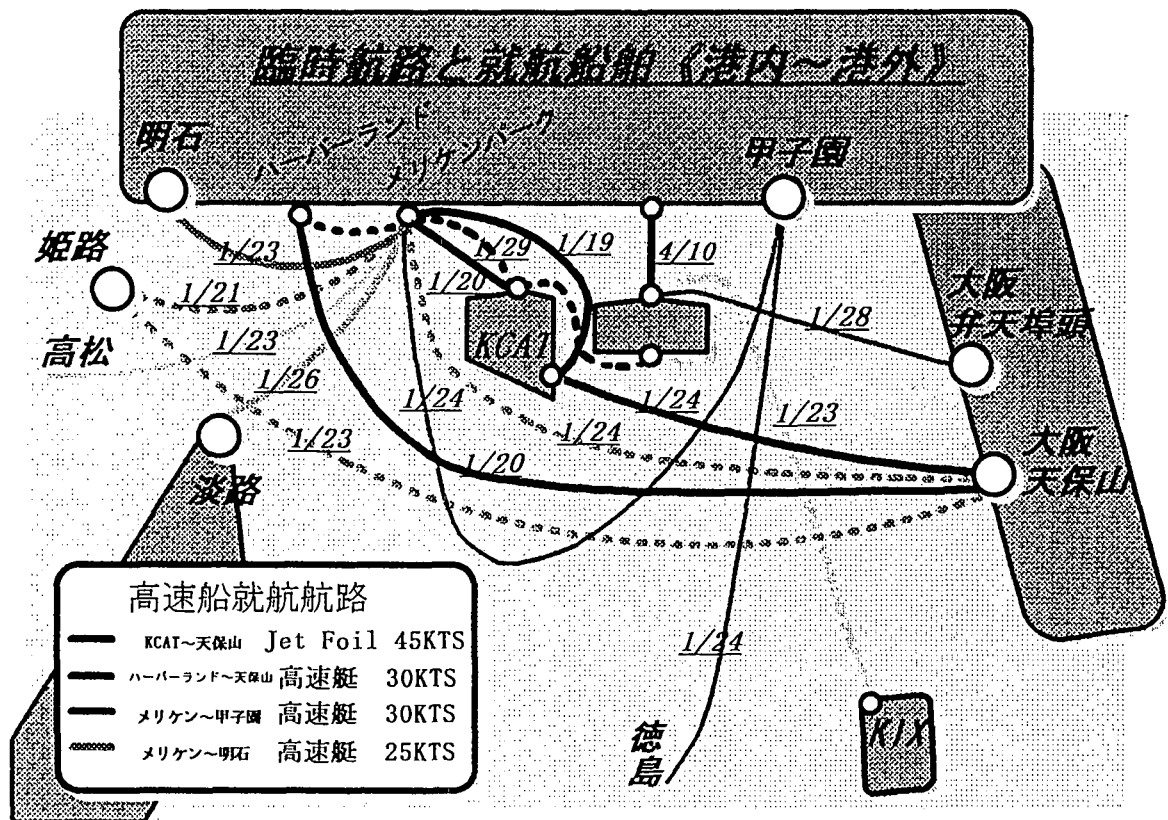


図-2.11.5 臨時航路のルート

表-2.11.2 臨時航路の開設と就航船舶

＜神戸港内＞ 開設航路	開設期間	就航船舶名	総トン数	定員(人)	速力(KTS)	所要時間	輸送実績(4/30t)
メリケンパーク-KCAT	1/19~2/28	ロマン1ほか	60	136	10.4	30分	142,089人
メリケンパーク-ポニーアイ北公園	1/20~5/26	ゆかり	162	400	11.0	20	
ハーバー-メリケン-ポニーアイ-六アイ	1/29~至現在	すずかけ	190	450	11.0	20	
六甲北物産場-住吉物産場	4/10~7/19	ロマン1ほか	60	136	10.4	0/0/24	
六甲北物産場-住吉物産場	4/10~7/19	千早丸ほか	23	42	14.0	5	

＜神戸以東＞ 開設航路	開設期間	就航船舶名	総トン数	定員(人)	速力(KTS)	所要時間	輸送実績(4/30t)
ハーバーランド-天保山	1/20~3/31	アクアジェット	155	196	30.0	45分	444,604人
		ぶるーすたー	275	400	31.5	45	
		サンタマリア	566	791	10.5	90	
		シルフィード	2138	1000	12.0	90	
メリケンパーク-天保山	1/24~2/21	サウンドオブパシフィック	159	190	30.0	40	
KCAT-天保山	1/24~4/21	クリスタルウイングほか	165	235	43.0	30	
六甲アイランド北-関西空港	1/23~至現在	関空エクスプレス	698	92	18.5	80	5,104人
メリケンパーク-甲子園(徳島)	1/24~3/31	マリンシャル	268	400	31.5	40/110	43,583人(625人)
六甲アイランド北-井田埠頭	1/28~4/30	コンテッサ	152	280	18.0	70	
		はやかぜ	31	48	20.0	50	

＜神戸以西＞ 開設航路	開設期間	就航船舶名	総トン数	定員(人)	速力(KTS)	所要時間	輸送実績(4/30t)
姫路-メリケンパーク	1/21~2/21	いえしま	259	394	14.5	150分	2,950人
姫路-天保山	1/23~2/25	サウンドオブパシフィック	159	190	30.0	100	12,473人
明石-メリケンパーク	1/23~1/31	ろいやるくいーん	150	410	13.0	60	25,169人
		くいーんろっこう	217	236	25.0	35	
		こずもす	88	204	25.0	35	
		マリンフワウ	98	200	25.0	35	
高松-メリケンパーク	1/23~2/28	くれいす	72	93	23.0	180	784人
淡路-メリケンパーク	1/26~2/5	宮内3	85	180	21.5	80	747人

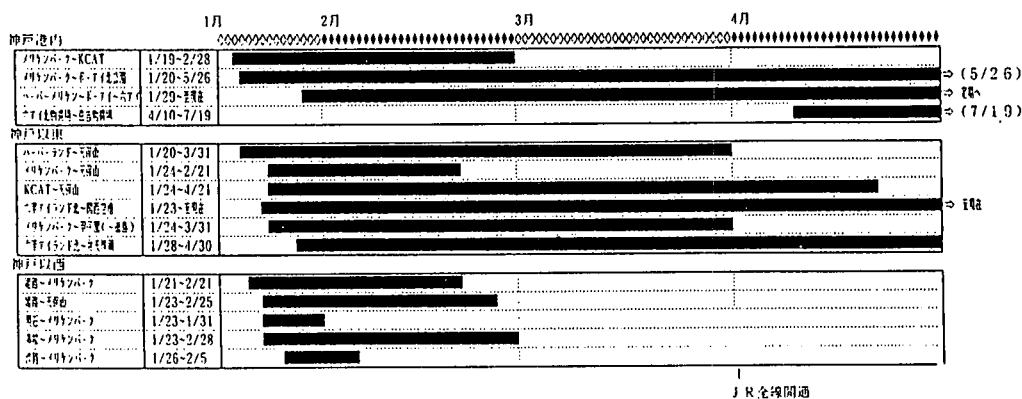


図-2.11.6 臨時航路の開設期間

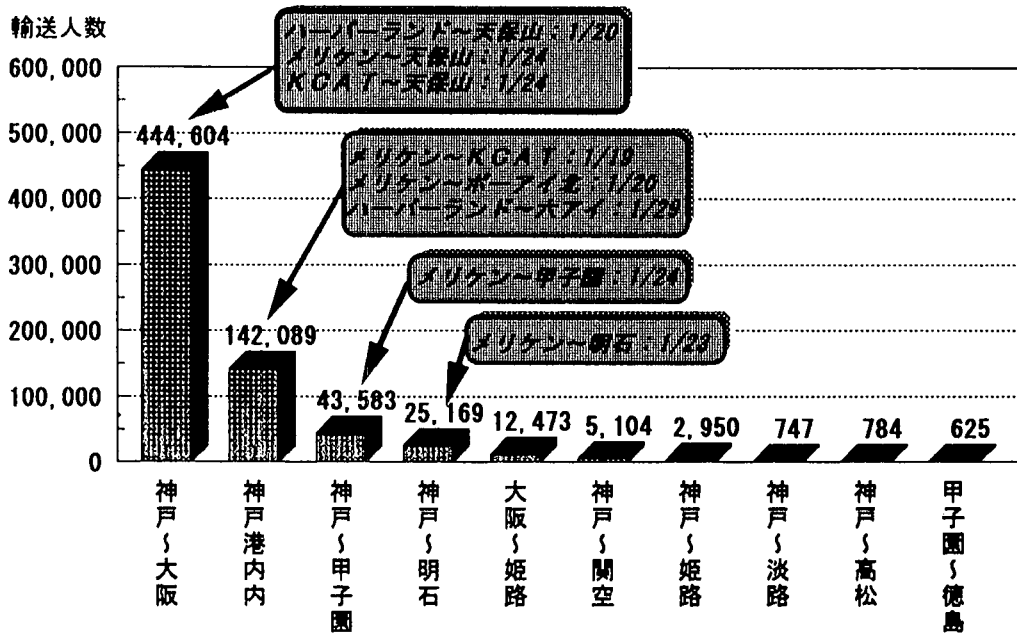


図-2.11.7 臨時航路の輸送実績(4/30日現在)

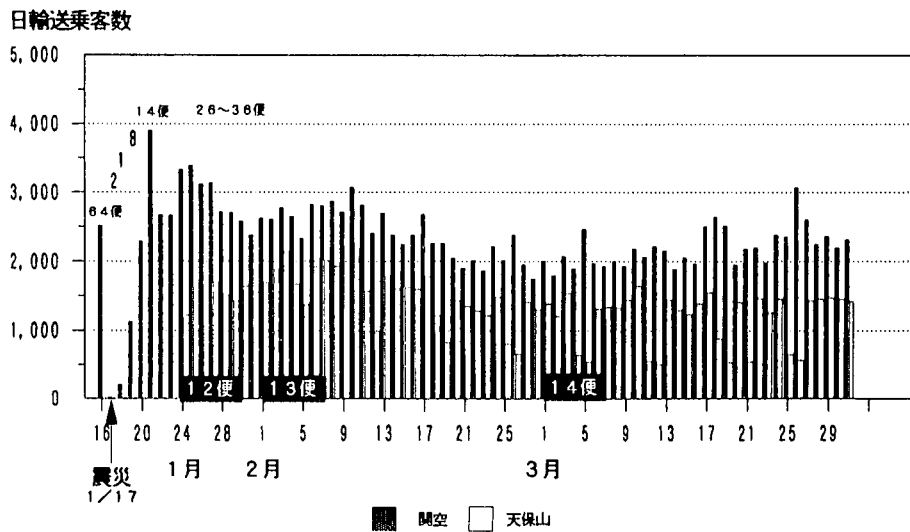


図-2.11.8 ジェットフォイルによる高速輸送

2.12 海上支援と港湾の役割

2.12.1 海上に視点を置いた危機管理

(1)概説

我が国においては人口の集中する政令指定都市はほとんどすべてが沿岸域に位置し、その大半が三大湾沿岸域に隣接している。そして、これらの都市は、経済活動を支える重要な社会基盤としての港湾を有している。これまで、港湾は、主として海陸物流の結節、転換点としての機能を高めることを目指してターミナルの施設整備、拡充に意が注がれて来た。しかし、港湾が果たす役割は、このような物流のためのターミナル拠点としてだけでなく、災害時の防災拠点としても重要な役割を果たすことが、1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災が立証することになった。

阪神・淡路大震災では、陸上交通がマヒし通信網が途絶するなか、海上では大阪湾を舞台に船舶と海上ルートを使用した海からの緊急支援が活躍した。ほぼ壊滅状態の神戸港において、かろうじて使用可能なバースを利用しての活動であったが、港と船の連携が、沿岸域に位置する大都市における災害時の緊急支援に有効であり、陸上からの活動を代替できることを浮き彫りにした。

この報告では、阪神・淡路大震災での海上からの支援実績の検証結果をもとに、沿岸域における防災機構に船舶をどのように組み込み活用すべきかを考慮しながら、船と港のタイアップのなかで海からの視点での整備方策を示す。

(2)港と船の連携による海上危機管理構想

瞬時にして都市の活動や市民の生活を奪い去る大規模地震災害においては、船舶が有する特有の機能が緊急の支援活動や災害の拡大を防ぐ原動力となり得ることは、今回の震災における船舶の活躍の様子を振り返っても明らかである。特に船舶がその自己完結機能を活かして、被災者に生活上の支援を果たし、支援要員には海上にその活動拠点を提供し、そして、マヒした陸上交通に代わって海上交通が人や物の輸送に大いに活用されたことなどがこれまでの検証を通じて明らかになっている。^{56) 57) 58)}

それと同時に、港湾は、船舶にその機能活用を提供することにより、港と船の連携による防災拠点として新たな位置付けが明確になったといえる。しかし、船だからこそ力が発揮できる災害に対する支援機能は、今回の震災においてそのすべてが活用されたわけではなく、その役割を十分果たし得なかった点もある。また、港湾そのものも無傷であったわけではない。そこで、これらの検証結果と反省点を踏まえて、今後、沿岸域に位置する都市における防災機構と危機管理体制に船と港を活用するときの基本的な概念についてとりまとめる。表-2.12.1には、災害時に船舶が海上から支援できる活動項目について、

- ①今回の震災時に学ぶ問題点
- ②今回の震災時における船舶活用の実績
- ③これまでに検討された対策案と問題点
- ④ここに提案する海上の視点からの対策案

をとりまとめている。また、ここに提案する危機管理システムの基本構成のイメージを、図-2.12.1に示す。

2.12.2 海上危機管理システムの具体化

(1)海上幹線ルートの活用

- ・救急患者の近郊各都市への海上搬送ルート
- ・消火用海水送水船の海上派遣ルート
- ・緊急物資、支援要員の海上輸送ルート
- ・人の移動の足を確保する海上航路ルート

今回の震災の最も重大な教訓は陸上交通の途絶である。まず、この反省を活かして人・物の輸送を震災直後から迅速確実に機能させるために、平生から沿岸域の拠点都市間を結ぶ海上幹線ルートを整備し、有事の際には即座に海上支援ネットワークを確立する。そして、救急、消火、避難など陸上の緊急活動の流れを東西軸だけでなく南北軸にも分散を図り、その受け皿として各拠点都市の沿岸部に緊急拠点バースを分散配置する。とくに長い海岸線を有する地域についてはいくつかのセクションに分割して、各セクションごとに緊急拠点バースを配置し効率運用を図る。

緊急拠点バースは耐震設計の岸壁構造または地震に強いポンツーン構造とし、主として高速機動力が活用できる中小型船を対象にしたバースを考える。また、緊急拠点バースのロケーションについては、市民が常々寄り集い日頃から慣れ親しんでいることが条件である、したがって、緊急拠点バースの配置は今

後の港湾計画におけるウォーターフロント配置とのマッチングを図ることが重要である。そして、これとともに、緊急拠点バスから市街地へ安全なアクセス道路を確保する点も港湾計画において十分配慮されるべきである。

(2)船舶機能の重点活用

- ・被災者に対する避難宿泊施設としての利用
- ・緊急支援要員に対する海上支援拠点の提供
- ・人、物の輸送手段としての活用
- ・消火用海水送水ポンプ船の充実
- ・医療設備の活用
- ・ヘリポートバージの派遣
- ・発電、海水淡水化バージの派遣

被災者が利用する避難宿泊施設としての船舶は、陸上に代わる生活場所の提供がその目的となることから客船設備を有する船舶が対象と考えられる。そして、これらの船の係留場所は街から地理的に、市民から心理的に乖離していないことが最も重要である。したがって、避難宿泊用の船舶は市民が足を運び易いウォーターフロントの緊急拠点バスに係留スペースを確保する。復旧、復興支援要員のためのホテルシップは、やはり生活設備の整ったフェリーや客船が対象となる。

人や物の輸送には、中小型高速船艇の機動力が役に立つ。また、消火ポンプ船は消防艇がその機能を担当することとし、このほか船内医療活動やヘリポートについては海上保安庁や海上自衛隊の艦艇設備を活用するのも合理的であろう。ただし、消火用海水を内陸に送水するためのラインは消防車の中継送水方式とはせず、南北方向に配置したパイプラインの事前地下埋め込み式とする。送水口は各緊急拠点バスごとに設置し、そこに消火ポンプ船を派遣して浜側から山側に送水する。

なお、これら有事の際に生活機能や輸送機能を活用するための船舶は特別に建造して平時から準備待機させておく必要はなく、周辺海域で運航されている船舶が海上支援ネットワークを通じて直ちにバックアップできる協力体制を日頃から構築しておくことが重要である。ただし、ここに述べたような海からの緊急災害救援態勢に組み入れられるべき船舶の設備や装備は、有事の際には即刻活用できることを念頭において設計され、あらかじめ各船舶と関連施設間の仕様を標準化して建造されていることが必要である。

(3)船舶運航者の危機管理能力の活用

- ・企業における危機管理意識の醸成
- ・船舶乗組員の危機管理能力の育成
- ・危機管理能力、危機管理意識の維持向上

日本旅客船協会では、平成7年6月、今回の震災時に緊急物資輸送、支援要員輸送、臨時旅客輸送、ホテルシップ等に迅速に対応した旅客船、フェリーの活躍を教訓にして、今後あらたに、異常発生時における緊急連絡網の整備に取り組むことを決議している。この例にみられるように、有事の際に海上からの災害救援態勢に組み入れられるべき船舶の所有者や運航者、または、それらのとりまとめ団体においては、平時から危機管理の意識を薄れさせることなく、緊急時における災害救援のバックアップ体制を強固なものとしておく努力が望まれる。

一方、緊急時に現場の第一線で活動する船舶の乗組員に対しても高度な危機管理能力が要請されるが、船舶乗組員は常在戦場の意識が高く、常日頃から、最悪の事態を想定しつつ最善の結果を求めるといった姿勢で船舶運航の任務にあたっているため、船舶による緊急災害救援態勢の構成員としては最適な能力をもつ。しかしながら、災害はいつ何時起こるか分からない。陸上海上双方における船舶運航関係者は突発的な危機にいつでも対処できるように、日ごろの訓練を通じて危機管理能力、危機管理意識の維持向上に努めるべきである。

(4)指令中枢船による機能総合化

- ・情報収集、発信機能の活用(通信連絡拠点)
- ・ネットワーク中枢機能としての活用(管理拠点)
- ・対策本部機能の分担(指令拠点)
- ・中継補給拠点としての機能活用

船舶を利用した災害救援のシステム化においては個々の機能がそれぞれ個別に活動するだけでは各機能相互間に調整のとれた活躍が期待できない。各種船舶間の連携をとり、それぞれ固有の機能の一体性を確保するためには、まず、情報の収集整理、判断決定、指令伝達といった情報の一元管理が重要となる。

例えば緊急物資の陸揚げが1カ所に偏らないように、人の移動が滞ったりしないように、また、救急

患者の搬出をどの拠点バースから行うのか、どこで消火用海水を必要としているのか、どのバースが接岸可能なのか、ホテルシップの適切な配置、ヘリポートやその他の特殊機能船の必要量の推定や効果的な運用といったことがらは、情報を的確に把握し、互いの関連機能の連携に配慮して初めて全体として合理的な運用が可能となるものである。そのためには、個々の機能を総合化できる能力をもった指令中枢船をシステムの中心に置いた海上支援ネットワークを機能させることが重要となる。

このような組織の拠点となる船が、情報の収集から判断決定、指令発信まで一元的に司る指令中枢的役割を担うことができるためには、通信連絡の機能が充実していることが重要である。この点については船舶は、通常の設定として、国際VHF、無線による船舶電話、海事衛星通信やマリネットを利用した船舶電話、FAX、テレビ・ラジオの受信等々幾通りもの情報収集、発信手段をもつ。したがって、これら途絶しない通信機能を活用すれば、一元化された情報のもとで災害救援システムを組織的に活動させることが可能である。また、必要な所に必要な船を適切に配置したり派遣したりできるためには、収集した情報を整理、判断し、対応を決定して指令を発信することが重要となるが、そのために、指令中枢船には情報の管理運用に必要な要員を配置して、システムの本部機能を分担させ、そして、これをネットワークの中心に位置付ける。

なお、大規模地震災害においては陸上にある災害対策本部が被災することも十分考えられ、そのためのバックアップとして、第2災害対策本部の設置も危機管理対策として考慮しなければならない点である。しかし、第2本部も陸上に設置する場合は両方とも被災する可能性も大きい。その意味からも、第2災害対策本部の機能をここに提案する指令中枢船の機能に吸収することにより、途絶しない通信網を利用した本部機能の代替施設が確保できることになる。さらに、この指令中枢船には、ヘリコプターを利用した陸上の状況調査や機動力を活かした人員、物資の輸送に便利のように船上にヘリポートを備え、併せて燃料補給や要員の休息や交替が可能なるような施設を備えることが望まれる。

以上に述べたような指令中枢船は、平時は、例えば海上に浮かぶ臨海部住民のためのサービス施設として、有事の際には海上支援の指令中枢として、また、必要に応じて第2対策本部として機能させ活用するといったイメージで捕らえればわかりやすい。この種の船舶は行政府の中枢機関が海に面して位置する場合、各自治体ごとに1隻ずつ整備保有することが理想であろうが、例えば、東京湾、伊勢湾、大阪湾等のように、ひとつのベイエリアに面する自治体間の共有の形態も考えられる。

2.12.3 防災拠点としての港湾のあり方

(1) 港湾整備の方向性

有事の際に船舶特有の機能を活用し、前項までにとりまとめたような船舶による緊急支援を活発に実行するための拠点としての港湾を、今後どのように整備しておくべきかについては、以下のように整理することができる。

- ①「緊急拠点バースは耐震設計の岸壁構造または地震に強いポンツーン構造とする」
- ②「高速機動力が活用できる中小型船を対象にしたバースを考える」
- ③「緊急拠点バースの分散配置」
- ④「緊急拠点バースの配置はウオーターフロントの配置とのマッチングを図る」
- ⑤「緊急拠点バースから市街地へ安全なアクセス道路を確保する」
- ⑥「港内高速航行レーンの設置」

地震災害時に港湾において船舶が活用できる条件は、津波がないことと港内のバースに被害がないことである。災害時に港内のバースが健全であるためには耐震バースの建設が望まれる。海運機能の保全のためには大型船バースの損壊を防ぐことがまず重要であるが、これは内陸部の交通が生きていてこそその話である。

それにも増して危急の際の危機管理としては小回りのきく中小型船用バースが健全であることが重要課題であろう。そのためには、今回の震災におけるハーバーランドやメリケンパーク、KCATや六甲マリンパークが良い例であるが、港の要所要所に中小型船の接岸できる強固なバースを分散配置することが必要である。地震災害時に船舶を活用する知恵を実際に活かすためには街と港が地理的に、市民と港が心理的に乖離していないことである。街からのアクセスが良く平生から港に市民をひきよせる魅力ある港湾施設は海上からの救援活動を現実のものとする。

今回の震災では、人の移動に海上交通が重要な役割を担った。それも高速船の需要が高かった。今後予想される海上の高速化は今回の震災が実証することともなった。しかし、高速船のバースが港の奥深いところに位置するとなると、今の規則では港域から低速航行を余儀なくされるので緊急時における高速輸

送のメリットが失われることにもなりかねない。緊急事態に備えて今から港内バースへの高速アクセスの問題を積極的に検討しはじめるべきであろう。

(2)まとめ

沿岸域に位置する都市における防災機構と危機管理体制には、船と港のタイアップと隣接地域間の連携が重要である。ここに提案した沿岸域における危機管理構想は、有事の際には即座に周辺海域で運航されている船舶を組織化し海上支援ネットワークを確立する「有事即応型体制」の構築、沿岸域を共有する隣接都市間の「相互支援体制」の構築といったソフトウェア的対応と、これら支援組織を統括できる「指令中枢船」の整備、防災拠点としての港湾を中心に直ちに緊急支援活動に入れるような「防災拠点としての港湾」の整備といったハードウェア的対応が必要となる。

このように今後に備え、沿岸域に隣接する都市においては港湾を核とする海上から危機管理体制を前広に整備充実しておくことは重要であるとはいえ、いつ起こるとも知れない災害に備えるために必要となる安全に対する多額の先行投資をどのように実現させるかは大きな課題である。

また、今後の危機管理対策には、海上に視点を移した基盤整備の発想をとりいれ、陸上からの支援と海上からの支援とが互いに補完、代替できるリダンダンシーへの配慮が重要となろう。しかし、それには多くの関連省庁間の既成の枠組みを越えた協力体制が必要とされ、行政の組織横断の困難を克服できることが重要な課題でもある。

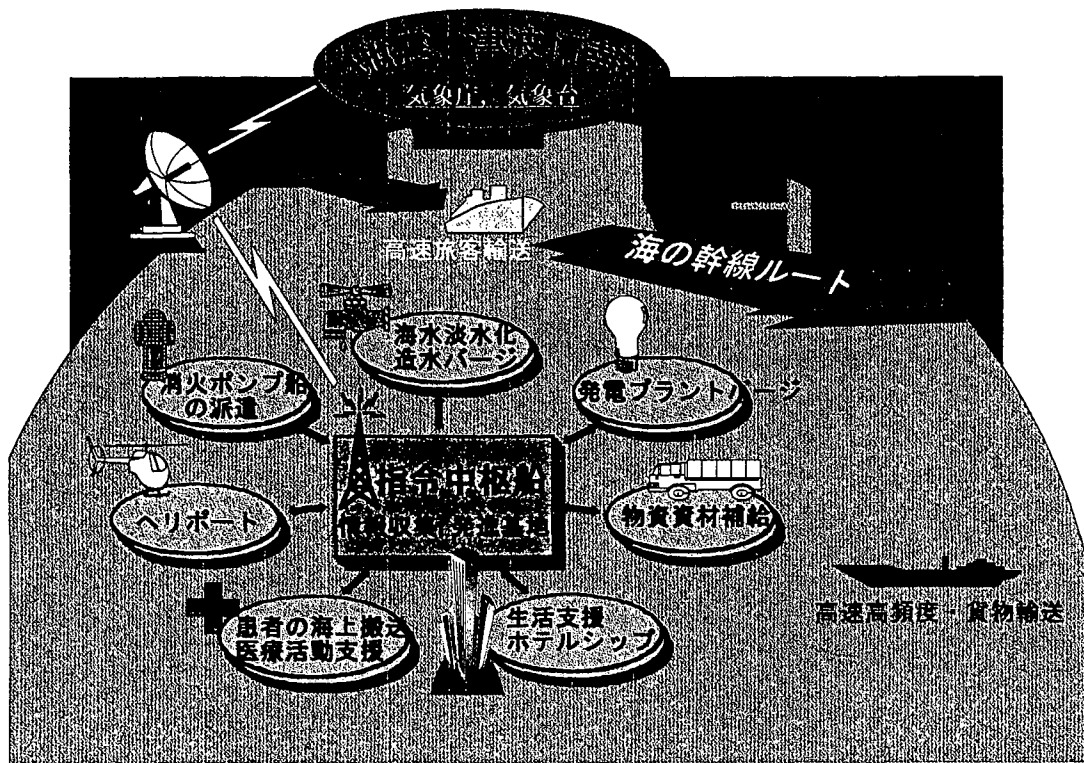


図-2.12.1 海上危機管理システムの構成概念図

表-2.12.1 海上危機管理システムの検討

	今次震災に学ぶ問題点	船舶活用の実績	陸の視点からの対策	海の視点からの対策案
救急医療活動	<p>負傷者が病院に殺到 ↓ 患者搬送の必要性 ↓ 東西幹線道路の渋滞 通信連絡系統のマヒ ↓ 患者を近郊病院に移送できず多くの生命が失われた。</p>	<p>関係者が自動車による東西方向への移動しか思いつかなかった。 船舶関係者もほとんど対応できなかった。 ・1/18: 避難(船-船) ・1/20: カ-カ-(カイ-大船)</p>	<p>ヘリ利用の災害救急医療システム(厚生省、自治省消防庁の考え) 問題点: ◆ヘリポートの設置位置はどこに? ◆ヘリポート敷地を市街地に確保可? (ヘリ-1面:25m×30m, 2面:100~200m²) ◆空中でのヘリの安全管理は誰が? ◆1機あたり輸送量と効率性に疑問 ◆平時におけるヘリの利用は? ◎ヘリと船舶の連携補完、機能分担の発想が必要</p>	<p>浜手に患者を搬送、緊急活動の流れを南北軸に ↓ 中小型高速船艇による海上ルートからの搬送(ジェットフォイルで神戸→大阪30分)(乗船定員200名以上) 途絶しない船の通信機能を活用した連絡体制の活用 沿岸域にウオーターフロントを分散配置し、これを緊急拠点ベースに 医療設備を備えた船舶も利用可能 平時は通常の活動、有事に機能できる組織作りと継続的訓練</p>
緊急消火活動	<p>同時多発火災が発生 ↓ 交通渋滞で消防車が現場に到着しなかった。 消火用水が得られなかった。 ↓ 消火活動が十分できなかった。</p>	<p>長田港から消防艇が海水をポンプ送水。 三宮の火災にも海水をポンプ送水。 海上からの支援の有効性を実証。</p>	<p>大容量ポンプ車、ホース延長車9台配備(ポンプ:4000gpm, 長距離ホース:20m×45-90m) 海に消火用水を求める消防水利システム(今次震災に学び、神戸市消防局) 問題点: ◆交通渋滞のなか必要箇所にポンプ車移動は現実的? ◆配備台数と効率性に疑問 ◎陸上消防と海上消防の連携、機能補完の発想が必要</p>	<p>強力ポンプを備えた消防艇を必要な時に、所要の箇所に派遣し海上から送水支援する(ポンプ:15000gpm×2機, ホース:11000gpm×2機) 消防艇に長距離耐圧ホースは何統でも搭載可 沿岸域に分散配置されたウオーターフロントの緊急拠点ベースに送水口を設置し、陸域内への送水はパイプの事前地下埋め込み方式が考えられる 平時は沿岸域コンビナート火災に備える</p>
住民生活支援	<p>被災者のための仮設住宅の不足 建設敷地の不足</p>	<p>フェリーすずらん(臨時)くるしま7(臨時)を避難所としての利用例がある。(震災直後の短期間)</p>	<p>陸域内の遠隔地に仮設住宅を建設 問題点: ◆不便さ、施設の快適さ不十分 ◎海と船に対する意識乖離の解除</p>	<p>街区に近い港内ベースにホテルシップを係留 便利さ、快適さを確保</p>
震災時の生活支援	<p>避難所の混雑 生活環境の悪化 衛生問題</p>	<p>被災者、支援者に宿泊、食事、水、風呂を提供 合計30隻の船舶によりのべ6万人を支援</p>	<p>避難所の確保、周知 物資、飲料水の貯蔵 地下タンクの設置 ◎船舶の自己完結型生活機能活用の発想</p>	<p>有事の際に、即座に海上から生活支援ができる組織体制の整備 ウオーターフロントに生活支援船の係留ベースを整備し、陸と船とのアクセス道路を確保する 平時から市民にPR</p>
輸送・交通の支援	<p>東西幹線道路の渋滞 通信連絡系統のマヒ 鉄道ルート寸断</p>	<p>海上から3万3千トンの物資輸送 避難、買い出し、慰問、通勤など67万人以上の市民の足を確保</p>	<p>災害に強い道路 交通規制の強化 災害に強い鉄道網 ◎船舶の輸送交通機能の活用、平時から海上幹線ルート設置の必要性</p>	<p>ウオーターフロントを臨時航路の拠点ベースに 拠点ベースの耐震化、または、ポンツーン構造とする 中小型高速船の機動力活用 『港内高速航行レーン』の設置</p>
情報通信機能の活用	<p>陸上通信連絡系統のマヒ 情報収集、集約、判断困難 指令中枢環境の混乱</p>	<p>地震発生を海上から多くの船舶が目撃 海上の連絡網は生きていた (これらの活用を顕微視)</p>	<p>非常時連絡、即応態勢の見直し 情報収集機能の充実 第2災害対策本部の検討 (陸上完結型対応策) ◎途絶しない通信網を活用した指令中枢の設置と機能総合化</p>	<p>各機能相互の連絡調整と連携の中心となる危機管理拠点(指令中枢船)の立ち上げ 地震情報、津波情報を気象庁、気象台から受け直ちに海上危機管理システムを立ち上げる 指令中枢船を中心にシステムを運用する。本部機能が喪失したときは指令中枢船は第2災害対策本部として機能させる 組織化される船舶は周辺海域で運航されている船舶を中心に組織化する 有事即応を念頭に、これら船舶と港湾施設間の設計仕様を標準化 緊急時のシステム運用のマニュアル化、平時から協力体制を確認し、組織化の訓練を実施</p>

2.13 神戸港被災が与えた荷主への影響分析

2.13.1 概説

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震によって阪神地域は壊滅的な被害を受けた。神戸港も例外ではなく、港湾機能のほぼすべてに何らかの損害が生じた。神戸港の機能低下により、入港便数が激減し、今まで神戸港を利用していた荷主は他港湾を利用することを強いられた。

そこで本節では、船社が神戸港へを配船を他港へ振り替えたことによる、荷主の輸送費増加損失を、限られたデータしか手元に存在しない状態で推定することを目的とする。

2.13.2 輸送コスト上昇の推定プロセス

輸送コスト上昇を、図-2.13.1のフローチャートに沿って推定する。

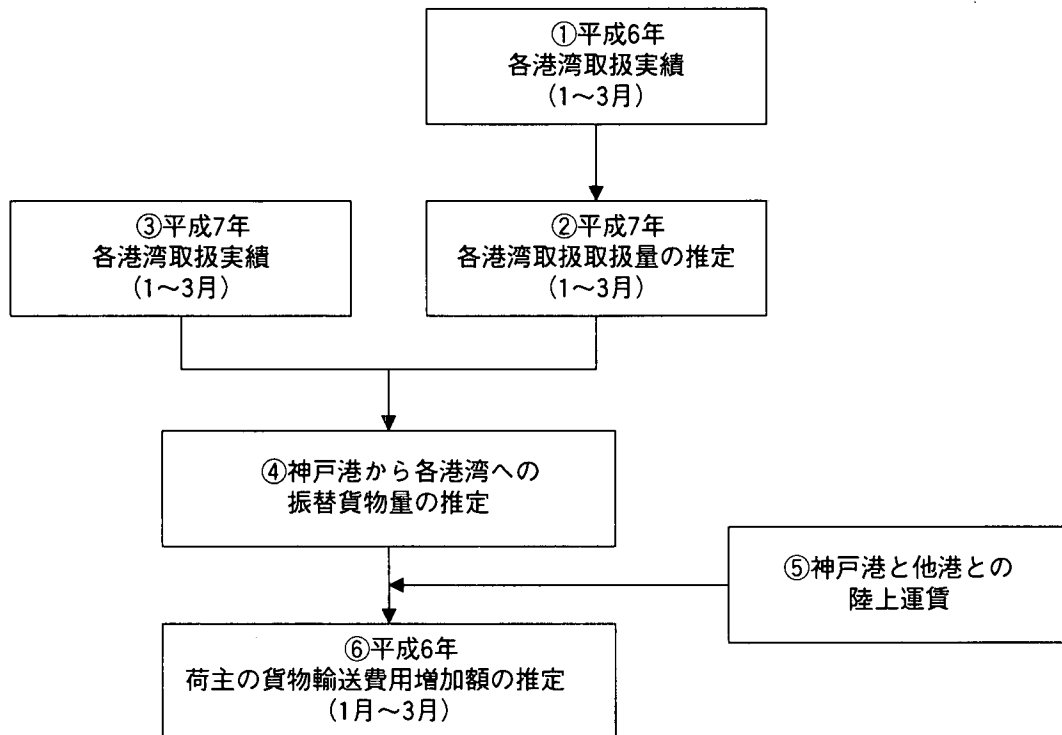


図-2.13.1 神戸港機能回復推定フローチャート

まず、平成6年1月～3月期の日本主要外貿コンテナ取扱港でのコンテナ取扱実績（①）を基に、平成7年の同期間における取扱量を推定する（②）。これは各港の取扱い貨物の自然増加を推定したことになる。

一方、地震後の1月～3月期における各港の取扱実績が資料より判明しているため、②と③の差より、各港が神戸港の代替として取扱った貨物量が推定できる（④）。さらに、振り替えられた貨物はすべて陸上のトラックにより輸送されたと考え、陸上輸送コストが余分に荷主の負担になるものとして損害額（⑥）を推計した。

2.13.3 増加輸送費の推定（平成7年度1月～3月）

(1) 平成7年各港取扱量の推定

表-1の平成6年各港外貿貨物取扱実績を基に、主要代替8港の輸出、輸入貨物の平均成長率をそれぞれ3%、10%と仮定し、平成7年度各港外貿貨物取扱量を推定したものが表-2.13.2である。

(2) 平成7年度各港取扱実績（1月～3月）

平成7年度各港統計に基づく、各港輸出入コンテナ貨物の取扱量を表-2.13.3に示す。

(3) 振替貨物量（1月～3月）

表2、表3より、神戸港からの各港湾別推定振替貨物量は表-2.13.4の通りになる。

これによると各港湾の合計値が0とならないという誤差が生じているので、平成7年度取扱実績をもとに

これを修正すると最終的に表-2.13.5の修正各港推定分担貨物量を得た。

(4) 平成7年度1月～3月期の貨物の振替による輸送費増加

表-2.13.6のトラック運賃表を基に神戸港からの各港への振替輸送費を計算した結果が表-7である
 なお、トラック運賃が重量ベースでないと把握できないため、1TEUの重量換算値は表-2.13.7に示すように10トン～20トンの範囲と仮定した。

表-2.13.1 平成6年各港取扱実績
(単位：TEU)

港名		平成6年 1月～3月
東京	輸出	138,078
	輸入	167,455
	合計	305,533
横浜	輸出	280,423
	輸入	261,630
	合計	542,053
清水	輸出	26,521
	輸入	25,003
	合計	51,524
名古屋	輸出	141,611
	輸入	139,844
	合計	281,455
四日市	輸出	2,792
	輸入	3,079
	合計	5,871
大阪	輸出	86,306
	輸入	97,858
	合計	184,164
神戸	輸出	303,691
	輸入	307,859
	合計	611,550
北九州	輸出	29,543
	輸入	30,386
	合計	59,929
合計	輸出	1,008,965
	輸入	1,033,084
	合計	2,042,040

表-2.13.2 平成7年各港取扱推定量
(単位：TEU)

港名		平成7年 1月～3月
東京	輸出	142,220
	輸入	184,201
	合計	326,421
横浜	輸出	288,836
	輸入	287,793
	合計	576,629
清水	輸出	27,317
	輸入	27,503
	合計	54,820
名古屋	輸出	145,859
	輸入	153,828
	合計	299,688
四日市	輸出	2,876
	輸入	3,387
	合計	6,263
大阪	輸出	88,895
	輸入	107,644
	合計	196,539
神戸	輸出	312,802
	輸入	338,645
	合計	651,447
北九州	輸出	30,429
	輸入	33,425
	合計	63,854
合計	輸出	1,039,234
	輸入	1,136,392
	合計	2,175,626

表-2.13.3 平成7年各港取扱実績
(単位：TEU)

港名		平成7年 1月～3月
東京	輸出	197,750
	輸入	231,716
	合計	429,466
横浜	輸出	352,648
	輸入	358,801
	合計	711,449
清水	輸出	31,193
	輸入	31,418
	合計	62,602
名古屋	輸出	194,654
	輸入	194,317
	合計	388,971
四日市	輸出	4,268
	輸入	4,939
	合計	9,207
大阪	輸出	158,437
	輸入	184,855
	合計	343,292
神戸	輸出	58,200
	輸入	61,009
	合計	119,209
北九州	輸出	45,595
	輸入	48,923
	合計	94,518
合計	輸出	1,043,502
	輸入	1,115,978
	合計	2,159,480

表-2.13.4 推定分担量

(単位：TEU)

港名		平成7年 1月～3月
東京	輸出	55,530
	輸入	47,516
	合計	103,045
横浜	輸出	63,812
	輸入	71,008
	合計	134,820
清水	輸出	3,876
	輸入	3,915
	合計	7,792
名古屋	輸出	48,795
	輸入	40,489
	合計	89,283
四日市	輸出	1,392
	輸入	1,552
	合計	2,944
大阪	輸出	69,542
	輸入	77,211
	合計	146,753
神戸	輸出	-254,602
	輸入	-277,636
	合計	-532,238
北九州	輸出	15,166
	輸入	15,498
	合計	30,664
合計	輸出	4,268
	輸入	-20,414
	合計	-16,146

表-2.13.5 修正推定分担量

(単位：TEU)

港名		平成7年 1月～3月
東京	輸出	54,721
	輸入	51,754
	合計	106,475
横浜	輸出	62,370
	輸入	77,571
	合計	139,941
清水	輸出	3,749
	輸入	4,489
	合計	8,238
名古屋	輸出	47,999
	輸入	44,043
	合計	92,042
四日市	輸出	1,375
	輸入	1,642
	合計	3,017
大阪	輸出	68,894
	輸入	80,593
	合計	149,486
神戸	輸出	-254,840
	輸入	-276,520
	合計	-531,360
北九州	輸出	14,979
	輸入	16,393
	合計	31,373
合計	輸出	0
	輸入	0
	合計	0

表-2.13.6 トラック運賃

(円/トン)

神戸-東京	9,810
神戸-横浜	9,610
神戸-清水	8,170
神戸-名古屋	5,650
神戸-四日市	4,330
神戸-大阪	1,680
神戸-北九州	5,220

表-2.13.7 増加輸送費

(平成7年1～3月総和)

(トン/TEU)

(億円)

10	338.3369
11	372.1706
12	406.0043
13	439.8380
14	473.6716
15	507.5053
16	541.3390
17	575.1727
18	609.0064
19	642.8401
20	676.6738

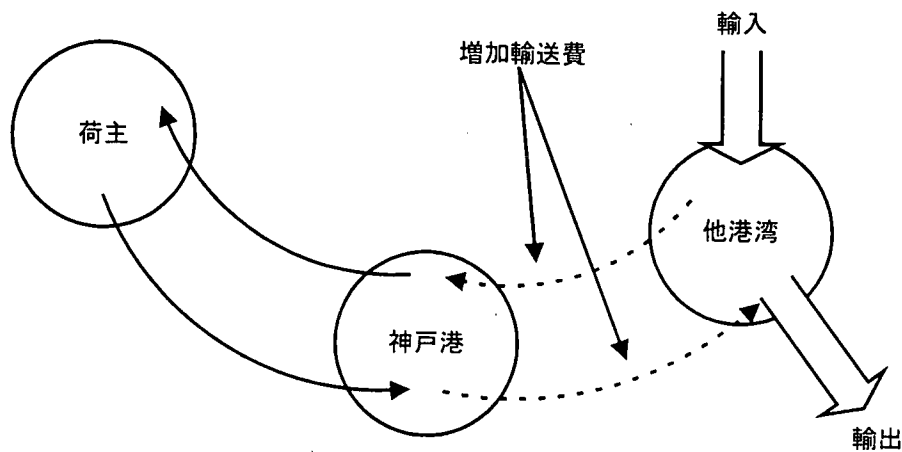


図-2.13.3 輸送費増加の考え方

2.13.4 年間増加輸送費の推定

(1) 神戸港取扱貨物の回復量の推定

参考文献 3)、4)の神戸港平成7年2月～7月期のコンテナ貨物取扱量をもとに、以下に示す、成長曲線であるゴンペルツ曲線(式2.13.1)とロジスティック曲線(式2.13.2)とを用いて神戸港取扱貨物回復曲線を仮定した。

$$Y = \gamma \exp(-\alpha e^{-\beta t}) \quad (2.13.1)$$

$$Y = \frac{\gamma}{1 + \alpha e^{-\beta t}} \quad (2.13.2)$$

Y: 取扱い貨物量

T: 時間 (0, 1, 2, …)

α 、 β 、 γ : パラメータ (定数)

このときパラメータ推定の制約条件として、以下を仮定した。

- (i) $t=0$ のとき、平成7年度2月の実績値に一致する。
- (ii) 収束値 (γ) は $t=23$ において、平成7年・8年の神戸港の貨物取扱量自然増加率を共に年、輸入10%、輸出3%と仮定したときの平成8年12月の推定値(4,392,101トン)と一致する。

これにより求められた神戸港の推定取扱量回復曲線は図-2.13.4～図-2.13.7のようになる。図-2.13.4より、式2.13.2のロジスティック曲線による回復曲線の推定は平成7年度の2月から6月までは神戸港取扱実績によく合致するが、その後急激な回復過程を示し、現実とは異なり早期に神戸港取扱貨物量が回復することを示す結果となった。一方、式2.13.1のゴンペルツ曲線による推定は実績より小さい数値を示す月があるものの、式2.13.1の様に急激に取扱貨物が回復することはなく、よく回復状況を表しているものと思われる。

このようなことから、神戸港取扱貨物量回復曲線は2つの曲線間に存在するものと思われる。

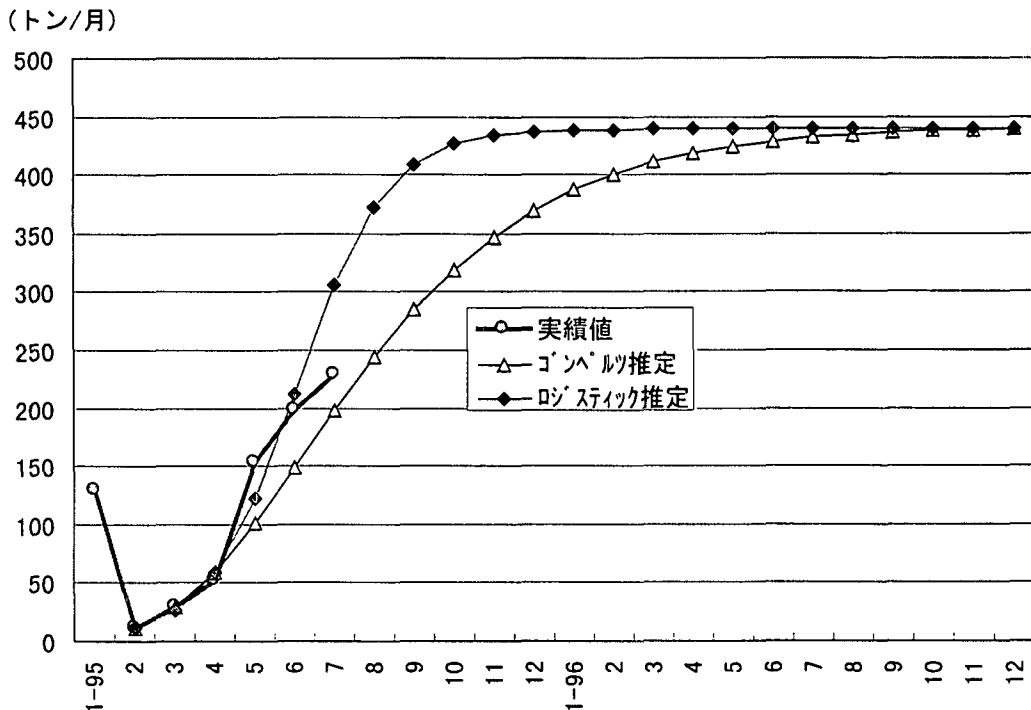


図-2.13.4 神戸港コンテナ貨物取扱推定取扱量

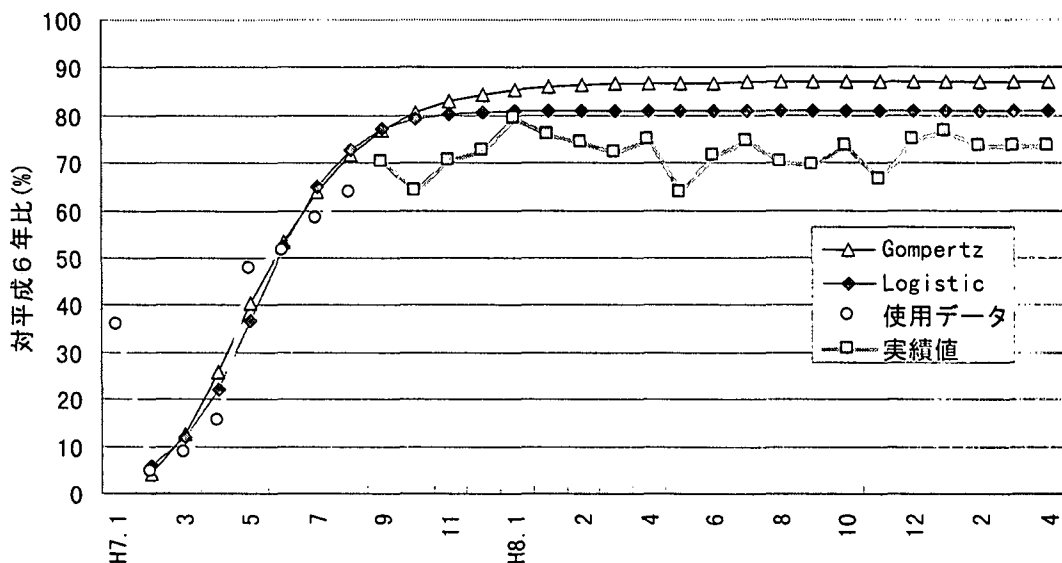


図-2.13.5 神戸港コンテナ貨物推定回復曲線（輸出）

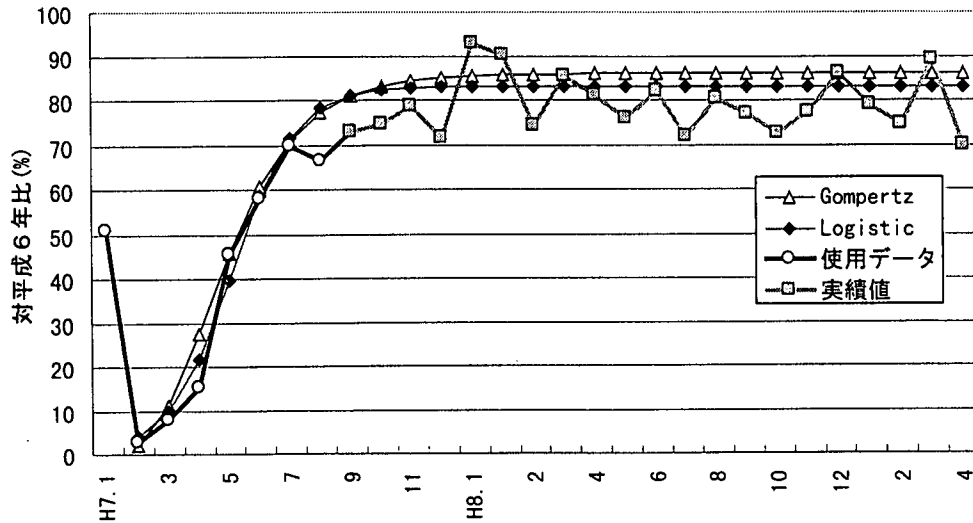


図-2.13.6 神戸港コンテナ貨物推定回復曲線（輸入）

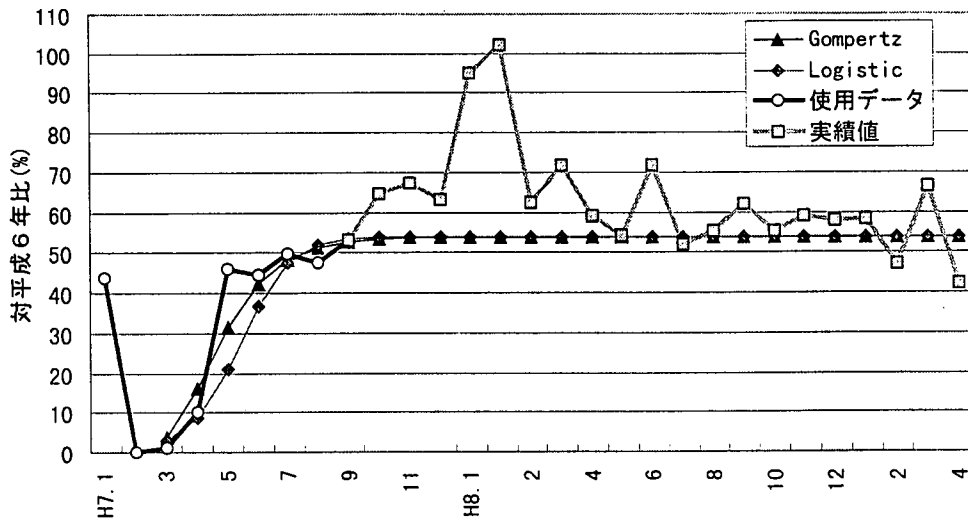


図-2.13.7 神戸港コンテナ貨物推定回復曲線（トランシッブ）

(2) 総増加輸送費の推定

震災から2年に当たる平成8年12月末までに神戸港の機能が回復すると仮定し、この間の荷主の輸送コスト上昇額を以下のようにして推定する。

表-2.13.7の増加輸送費および平成8年12月の神戸港推定取扱貨物量（4,393,101トン：以後、収束値と呼ぶ）と平成7年1月～3月までの神戸港取扱実績合計値との差より、1トンあたりの増加輸送係数を求める。次に式2.13.2、式2.13.2により求められた神戸港取扱貨物回復曲線の推定値と収束値との差を求め、先に求めた増加輸送係数をこれに乗じて総増加輸送費を得る。ただし、平成7年1月～3月までの数値は表-2.13.7を用いる。以上のようにして得られた推定総増加輸送費の、1TEU=13トンのときのグラフを図-2.13.7に示す。

なお、この算法では、平成7年1月～3月までの振替輸送状況が今後も継続するという仮定の下で増加輸送費を推定しており、東京や横浜などの遠方港湾の貨物分担量が減少し、神戸港に近い大阪などの港湾の振替貨物分担シェア増加が予想される復興後期においては、実際より多めの数値が算出されることが予想される。

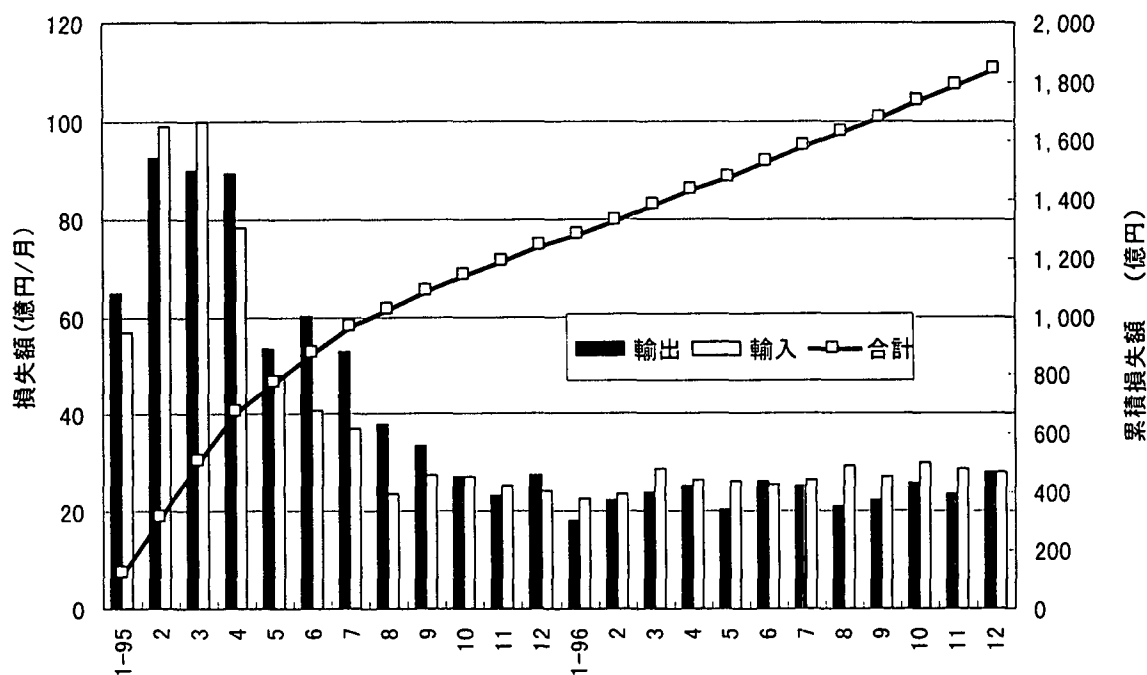


図-2.13.8 外貿荷主の内陸輸送損失
(コンパルツ)

2.13.5 結論

以上いくつかの仮定の下で、神戸港の機能停止がもたらす荷主の輸送コスト上昇による損失額の推定を行った。仮定のいくつかは現実とは異なるものの、おおよその損害額は、神戸港の機能が震災前の水準に復旧されると言われる2年間で、2,000億円程度と推定される。施設の直接被害額が約1兆円と言われているが、その約20%相当の額が荷主の直接損害（輸送費上昇）となり、無視出来ない損害であるといえる。

本研究によって推定された輸送費増加分は、平成7年度の各港湾取扱量に関する詳細な資料が現在までまとめられておらず、概算的なものである。つまり得られた数値は、貨物の動きを「神戸港から陸路にて各港湾に貨物が振り分けられる」としたときのものであって、真の値とは異なる。今後は、各ゾーン（都道府県）から各港湾への震災後の貨物量(O.D)を算出し、より精度の高い阪神・淡路大震災による増加輸送費の推定を行いたい。

2.14 航空輸送と空港の役割

2.14.1 概説

兵庫県南部地震は、我が国ではこれまでに前例のない大都市直下型地震として、阪神間を中心に各方面に甚大な被害をもたらした。中でも、我が国の国土軸を形成している阪神地域における交通網の長期的な寸断が及ぼした影響は、阪神間に限らず、我が国全体の物流や経済活動にまで広がる深刻なものとなった。

鉄道においては、東海道・山陽新幹線は京都－新大阪間で1日120往復、新大阪－姫時間で1日90往復がそれぞれ運休となった。また在来線の東海道・山陽線でも1日約360往復が運休となり、1日当たり約30万人の足に影響が出た。全線が復旧したのは、JR在来線が4月1日、山陽新幹線が4月8日であった。

しかし、このような状況の中で、航空輸送は中長距離輸送交通に対する鉄道輸送の代替交通機関としての機能を果たしたと考えられる。大阪空港、関西国際空港ともに無傷であり、アクセス交通も大きな影響はなかった⁵⁹⁾。このため地震直後から、航空会社は臨時便の増発を行い、主に東京・大阪と西日本各地を結ぶ路線を中心に、4月14日までの間に1日平均42便、延べ3672便の臨時便が運行された。特に、新幹線の不通区間における代替交通として、平常時には定期航空便が運行されていない大阪－岡山間など近距離輸送にあたる臨時航路が設定され、多くの旅行者の輸送を行った。また、地震後の復旧支援活動や救援物資なども航空輸送を通じて行われた。こういったことから、大災害時における航空輸送のあり方、空港の果たす役割が再考される結果となった。本節では以上のような背景のもとに、旅客輸送および物資輸送における空港の果たした役割について整理を行う。

2.14.2 震災後山陽新幹線開通までの空港利用状況

(1) 臨時便

地震発生に伴い、山陽新幹線をはじめとして各種の交通手段が不通となったことに起因して、代替輸送機関として定期航空会社は臨時航空便を大幅に運航させた。前述のように東京・大阪・名古屋と岡山・広島・福岡などの被災地をまたぐ東西各航空艦で運航し、4月14日までの間に1日平均42便、延べ3672便の臨時便が運行され、延べ105万人の旅客輸送が行われた。運行当初はほぼ満席の状態であったが、4月8日の山陽新幹線新大阪－姫路間の開通後、中国地方と大阪および東京を結ぶ路線等の座席利用率が急激に減少し、4月14日に臨時便の運行は終了した。

表-2.14.1 空港別輸送人員の対前年同月増加率

項目	空港名 年月	空港名					
		東京国際	名古屋	大阪国際 関西国際	岡山	広島	福岡
国内航空 旅客	平成6年11月	5.1	10	17	9.7	8.1	6.4
	12月	5.9	3.9	11.3	3	9.7	7.3
	平成7年1月	13.1	16.9	13.2	158.9	74.8	22.9
	2月	18	26.7	21.1	505.6	190.5	38.1
	3月	17.7	27.9	29.6	399	173.7	40.6
	4月	7.6	20.3	8.4	112.9	66.5	19.1
	5月	8.3	11.2	7.7	31.5	29.8	13.9
6月	8.6	11.3	10.4	27.7	25.2	10.8	

(2) 大阪国際空港における空港利用時間の延長

大阪国際空港においては、環境対策上の観点から、地元との約束により、定期便の運行に関わる空港利用時間が午前7時から午後9時までに制限されている。しかし、山陽新幹線の代替輸送として臨時航空便の運行を少しでも多く可能にするために、地元関係者との調整を行い、臨時便のダイヤ設定の延長(午後9時から午後10時までの1時間)について2月4日に合意を得た。延長された時間帯には、2月7日より最大4発着の臨時便が運行された。この延長は1ヶ月間の臨時措置とし、その後は地元との調整の上更新されたが、4月14日の臨時便の運行終了を持って終了した。

(3) 緊急物資の輸送

被災地では鉄道・道路が寸断された上に、応急復旧された域外からの主要幹線道路も市民の避難・安否確認、指摘救助などの車両で大渋滞に陥り、緊急物資の輸送もままならなかった。したがって、陸上輸送以外に緊急物資輸送は、自衛隊、海上保安庁、各自治体の消防・防災部局のヘリコプターが輸送の中心となった。その中で、運輸省の震災対策として民間ヘリコプターによる被災地への救援物資・医療スタッフの輸送が大阪国際空港をはじめとする7地点と被災地側17地点との間で組織的に行われた。

輸送物資は震災から4～5日の初動段階では、食料品・飲料水が大半を占め、6日から10日頃は、テント・簡

易トイレ・寝具・カイロなど緊急的な物資が求められ、さらにその後は、衣料品、幼児・婦人用具など選択的な要請に変化していった。運輸省の組織したヘリコプター輸送実績では、1月20日から2月5日の間に63便により62.8トンの緊急物資を輸送した。また、人員の輸送は1月25日から2月6日までの間に31便により医療スタッフなど159人を運んでいる。

近畿圏の3空港は、このヘリコプター輸送においてそれぞれの特長を活かして対応した。

大阪国際空港では緊急物資が国内他地域から空路搬入され、旧国際線エリアを積み卸し・集積基地として活用して、トラック・ヘリコプターにより被災地への輸送が行われた。

関西国際空港では、国内および広く海外から緊急物資が集められ、貨物ヤードやエプロンを積み卸し・集積基地として活用して、トラック・ヘリコプターその他、船舶による被災地への輸送が行われた。特に関西国際空港では、海上空港の特性を活かして、空港に集積した大量の緊急物資を海上保安庁の船舶などで神戸港まで輸送するルートが確立され、1月19日から5月10日までの間に食料品・飲料水・毛布・衣料品など約1722トンの貨物輸送が行われた。

八尾空港では、トラックなどで陸上からの搬入が行われ、B滑走路を閉鎖して駐車場や積み卸しスペースとして利用された。また、ヘリコプターや小型機の輸送整備基地としても活躍した。

2.14.2 震災後の航空旅客需要推計

本節では地震発生後に航空輸送が鉄道路線の寸断による中・長距離旅客の代替輸送能力について、モデルを開発し、日単位・ゾーン単位で分析を行った。

地震後においては、多くの旅行者は、一部鉄道路線の寸断など様々な状況を考慮した結果、ある程度費用が高騰しても確実に移動することができ、かつ可能な限り最短時間で移動することができる経路を選択したものと考えられる。この点から、旅行者の行動基準を総走行時間最小化であると考へ、定式化を行った。

モデルの前提条件を以下に示す⁶⁰⁾。

- 1) セントロイドは、全てそのゾーンの中心駅に存在するものとした。
- 2) アクセスおよびイグレスが可能な空港は、出発ゾーンおよび到着ゾーンの中心駅から150分以内に到着可能な空港とする。また、中心駅から150分以内に到着可能な空港が存在しない場合は、最短時間で到着できる空港を利用可能空港とした。
- 3) 空港および駅での待ち時間は、空港および駅の営業時間を運行頻度で割った平均最大待ち時間を2等分して求められる平均待ち時間とした。
- 4) 待ち時間については、ラインホール交通の待ち時間のみを考慮し、アクセスおよびイグレス交通については、待ち時間はないものとした。

次に、旅行者の行動を以下のように定式化を行った。

時間最短基準とは、アクセス時間、待ち時間、ラインホール時間およびイグレス時間の総和である総所要時間を最短となるよう行動することを意味する。ゆえに、以下のように記述することが可能である。

$$\min T = \sum_i \sum_j \sum_k x_{ijk} \cdot t_{ijk} = \sum_i \sum_j \sum_k x_{ijk} \left\{ t_{ijk}^{ai} + \sum_l \delta_{ijk}^l \cdot t^l + \sum_l \delta_{ijk}^l OT^h / 2y^l \right\}$$

(1)

Sub. to

$$\sum_k x_{ijk} = X_{ij} \quad (2)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^A \cdot x_{ijk}^A = X_l \quad (\text{for } \forall l) \quad (3)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^R \cdot x_{ijk}^R \leq \lambda \cdot y^l \cdot CA^l \quad (4)$$

$$x_{ijk} \geq 0 \quad (5)$$

ここで、

x_{ijk} : ij間k経路の旅行者数、 t_{ijk} : ij間k経路の総走行時間、 t_{ijk}^{ai} : ij間k経路のアクセス+イグレス時間、 t^l : リンクlの旅行時間、 OT^h : ターミナルhの営業時間、 y^l : リンクlの運行頻度(便/日)、 X_{ij} : ij間の旅行者数、

x_{ijk}^A : ij間k経路において、リンク旅行者数が既知のリンクを利用する旅行者数、 X_l : ij間k経路(既知)リンクlの

旅行者数、 x_{ijk}^R : ij間k経路において、リンク旅行者数が未知のリンクを利用する旅行者数、 CA^l : リンクlの機材

容量、 λ : ロードファクター、 δ_{ijk}^l : ij間k経路リンクlについてのクロネッカー δ (ij間k経路がリンクlを通る場合1を

とり、それ以外は 0 をとり)、 δ_{ijk}^A : ij間k経路リンクについてのクロネッカー δ (ij間k経路が旅行者数既知のリンク
1を通る場合 1 をとり、それ以外は 0 をとり)、 δ_{ijk}^R : ij間k経路リンクについてのクロネッカー δ (ij間k経路が旅行
者数未知のリンクを通る場合 1 をとり、それ以外は 0 をとり)、である。

上記の式において、

(1)式: 全旅行者の総所要時間を示す式。

この式の第1項はアクセス+イグレス時間を表す項、第2項はラインホール時間を表す項、第3項は平均待ち時間
を表す項である。

(2)式: OD 保存式ij間k経路の旅行者数の総和が、ij間の OD 交通量であることを示す。

(3)式: リンク旅行者数が既知のリンクに関する等号条件式リンク旅行者数が既知リンクについて、あらかじめリンク
旅行者を等号条件として与えておくことを示す。

(4)式: リンク旅行者数が未知のリンクに関するリンク容量制限式各リンクに配分される旅行者は、機材容量を超過
しないことを示す。

(5)式: 非負条件式

ただし、ロードファクターについては運輸白書では 0.7 と示されているが⁶¹⁾、本研究では、地震後において航空
輸送の利用率が上昇したことを考慮して 0.9 と設定した。

対象とした空港は、ジェット機の離発着が可能なものうち沖縄以外の離島にあるものを除いた 37 空港とする。
また、航空路線の乗り継ぎに関しては、ハブ機能を有する空港を東京国際空港、大阪空港、関西国際空港の 3
空港とする。ただし、長距離を引き返す冗長な経路は考えないこととした。また、乗り継ぎは 1 回限りと限定した。
さらに、同一府県間および隣接した府県間の移動については、対象から除外することとした。

一方、鉄道のネットワークで取り扱う駅は、各都道府県の中心駅の 47 駅とする。なお、本研究では鉄道路線の
寸断区間(新大阪-姫路間)に極めて大きな交通抵抗を与え、実質的には鉄道路線を利用したトリップが行えない
状態を設定した。

各都道府県間発着の OD 交通量については、平成 3 年度の幹線旅客純流動調査⁶²⁾のデータを用い、成長
率を乗じて平成 7 年 1 月現在の OD 交通量とした。地震後の主要航空路線の日単位でのリンク交通量につい
ては、運輸省航空局から入手した旅客輸送実績表のデータ⁶³⁾を用いた。また、アクセスおよびイグレス時間、ライ
ンホール時間、運行頻度、機材容量のすべてにおいて、平成 7 年 1 月現在のデータを用いた⁶⁴⁾⁶⁵⁾。ただし、鉄
道の運行頻度および機材容量については詳細なデータが入手できなかったため運行頻度は 60 便/日、機材
容量は 1000 人/機とした。

地震後は鉄道路線の寸断のために、トリップを行えなかった旅行者が多数存在すると考えられる。よって、この
ような旅行者の分だけ、OD 交通量自体が減少していると考えられ、これらの旅行者を総じて「OD 減少分」として
評価することとした。

航空輸送の鉄道に対する代替輸送機能を把握するために、経路別旅行者数から各ゾーン間の OD 減少分を
求め、それが通常時に比べての減少割合を分析する。ゆえに本研究では通常よりも需要は小さいことを念頭に
置いている。

把握の対象は、鉄道路線寸断の影響を大きく受けたと考えられる、被災地域を通過するゾーン間の OD ペア
とし、それ以外の OD ペアについては、評価の対象からは除外する。

評価にあたっては、都道府県を表-2.14.2 に示す 8 つのゾーンに分類し、各地方間における OD 交通を対象
に分析を行った。ただし、兵庫県との間の OD 交通ではすべての鉄道リンクが寸断されていたと考えているため、
上記の分類とは別に、兵庫県を単独のゾーンとして扱い、兵庫県と中部地方以東間の OD ペアについても評価
の対象に含むこととした。

表-2.14.2 都道府県のゾーン分類

北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	青森 岩手 秋田 山形 福島	茨城 栃木 群馬 埼玉 千葉 東京 神奈川 山梨	新潟 富山 石川 福井 長野 岐阜 静岡 愛知 三重	滋賀 京都 大阪 兵庫 奈良 和歌山	鳥取 島根 岡山 広島 山口	徳島 香川 愛媛 高知	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 鹿児島	沖縄

2.14.3 推計結果

計算の結果、OD 交通量減少には以下のような分類が可能であった。

表-2.14.3 OD交通量減少パターンの分類

① 地震当初よりOD減少数が少なく、その後も時間経過とともに機材が投下され、減少数が改善されているODペア 関東地方－中国地方間OD 近畿地方－九州地方間OD	② 地震当初はOD減少数が多いが、その後は時間経過とともに機材が投下され、減少数が改善されているODペア 近畿地方－中国地方間OD	③ 地震後しばらくOD減少数が多くなるが、その後は機材が投下され、大幅に減少数が改善しているODペア 関東地方－兵庫県間OD 関東地方－九州地方間OD
④ 地震当初はOD減少数が少ないが、その後は時間が経過しても機材が投下されず、減少数がほとんど改善されないODペア 関東地方－四国地方間OD 中部地方－九州地方間OD 近畿地方－四国地方間OD	⑤ 地震当初よりOD減少数が多く、その後も時間が経過しても機材が投下されず、減少数がほとんど改善されないODペア 中部地方－兵庫県間OD 中部地方－中国地方間OD 中部地方－四国地方間OD	⑥ 地震当初よりOD減少数が全くない、もしくは時間が経過しても機材が投下されず、全くOD交通量が変化しないODペア 北海道、東北、沖縄を出発する各OD 北海道、東北、沖縄に到着する各OD

以上の傾向のうち、時間経過とともに機材が投下され、減少数が改善されている①～③については、航空輸送が代替輸送としての役割を果たした OD ペアであるといえる。一方、時間が経過しても機材が投下されず、減少数が改善されない④～⑥については、航空輸送が代替輸送として十分に機能しなかった OD ペアであるといえる。

また、地震当初から OD 減少数が少なかった①・④・⑥については、従来、航空路線による移動が旅行者によって選択されていたものである。一方、地震当初は OD 減少数が多かった②・⑤については、通常時は鉄道による OD 交通が大半を占めていたために、鉄道路線寸断の影響を大きく受けたものと考えられる。これらの路線については、従来から航空路線の運行頻度が少なく、また路線への機材投下も十分でなかったため、航空輸送が交通機関として十分に機能しなかった OD ペアであるといえる。

時間経過とともに OD 減少数が改善されている OD ペアは、いずれも関東地方および近畿地方を発着とするものである。図-2.14.1 に、モデル推計による主な関東地方および近畿地方を発着とする航空便利用者数を示す。

一般に、この間の OD 交通は、当初から航空運行頻度が高い路線であったために、地震後に投下された機材の機材容量も大きく、そのため臨時便の増発によって、効果的に OD 減少数の改善が図られたものと考えられる。また、関東地方－兵庫県および九州地方、近畿地方－九州地方の間における OD 交通では、地震後 3 週目と 7 週目以降、大きく改善されている。これは、上記に述べた要因に加えて、航空会社が旅行者の需要に応えるために、2 月 1 日と 3 月 1 日にそれぞれ臨時便ダイヤを再編成し、大幅な臨時便の増発を行ったことが要因であると考えられる。このように臨時便の増発が可能であった背景には、発着を可能とする空港容量および投下機材数が確保されていたことが考えられる。

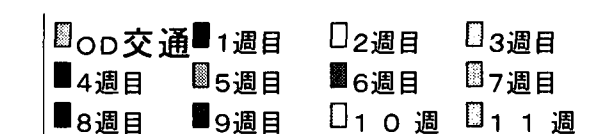
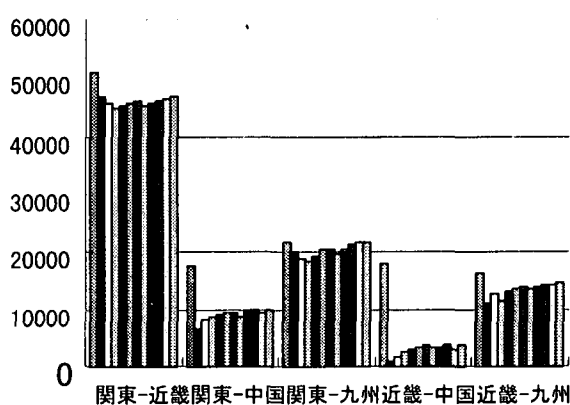


図-2.14.1 関東及び近畿発着の航空便旅行者数(推計値)

一方、時間が経過しても OD 減少数が改善されない OD ペアは、いずれも中部地方および四国地方を発着とするものである。図-2.14.2 にモデル推計による主な中部地方および四国地方を発着とする OD 減少数について示す。

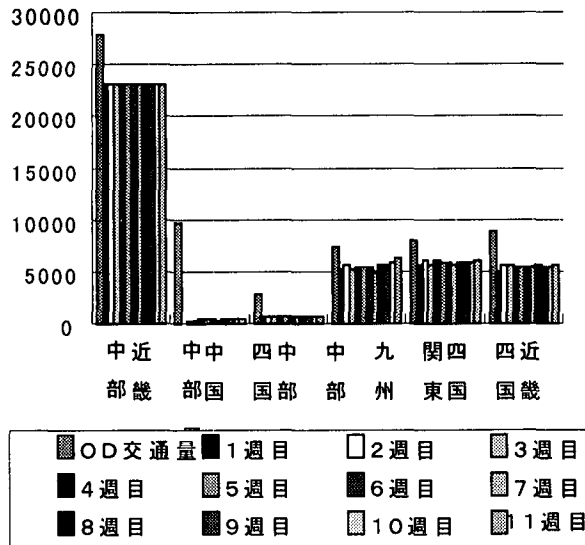


図-2.14.2 中部および四国発着便の航空便利用者数(推計)

この間の OD 交通は、通常から航空需要が少ない路線である。航空会社が投下している機材の機材容量もあまり大きくなく、効果的に OD 減少数の改善が行われなかったと考えられる。

以上の分析から、従来から航空輸送の需要が高かった路線では、航空輸送は代替輸送としての役割を果たすことが可能で、逆に航空需要が少ない路線では、航空が代替輸送として機能しない、すなわち従来から航空輸送の需要が多い路線ほど、航空会社がそれに対応して運行頻度や路線数を多く設定するために、災害時にはそれが代替輸送として十分に機能することにつながったと考えられる。

よって、今後このような災害時には、高需要路線に対してのみ臨時航空便を増発するのではなく、通常は航空需要があまりない路線でも利用者増が見込まれるため、空港容量や機材容量の許す範囲で、臨時航空便やコミューター便を増発することが望まれる。

次に、実測された臨時航空路線における旅客数の推移を示す。

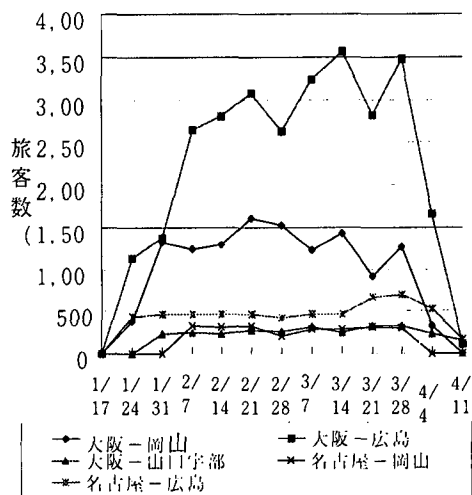


図-2.14.3 臨時便利用者数の推移

近畿-中国間の OD 減少数に着目すると、図-2.14.3 より、地震当初はまだ臨時航空路線が設定されていないにもかかわらず、1日あたり1000人弱の OD 交通量が輸送されていることがわかる。これは、定期航空路線を利用した OD 交通量である。よって、第2週目以降の減少数の改善が、臨時航空路線によって輸送された OD 交通量であるといえる。

第2週目以降は時間経過とともに改善が見られ、最終的に第11週目には1日あたり約2600人の減少数を

補っていることがわかる。

一方、この間臨時航空路線の旅客者数は、時間経過とともに増加しており、第 11 週目には 3 路線合計で 1 日あたり約 5000 人が利用している。すなわち、地震当初は移動不可能旅行者が、時間経過とともに臨時航空路線を代替輸送機関として利用したものと考えられ、臨時航空路線が OD 減少分を補う代替輸送として機能していたことが確認される。

また、中部地方－中国地方間の OD 減少数は、この両地方間に定期航空路線がまったく設定されていないため、地震当初は全く OD 交通量を輸送することができない。さらに、時間が経過しても OD 減少数があまり改善されておらず、第 11 週においても 1 日あたり約 500 人の減少数しか補っていない。この間、臨時航空路線の旅客者数はほぼ横ばいで推移しており、2 路線合計で 1 日あたり 700～900 人前後が利用している。その要因としては、地震後に航空会社が設定した臨時航空路線の機材容量が少なかったことが考えられる。

臨時航空路線の利用者数のうち、その路線を含むゾーン間の OD 減少分にかかわっているのは約半数である。すなわち、臨時航空路線の利用者の約半数は、臨時航空路線を経由して到着空港とは別のゾーンへのトリップに利用した、あるいは出発空港とは別のゾーンから臨時航空路線を経由するトリップに利用したと考えられる。

全般的な傾向として、地震当初において OD 減少の割合が高かったのは、いずれも比較的近距离の OD ペアである。一般に、航空輸送は中長距離輸送に用いられる交通機関であり、近距离輸送においては、OD 交通のほとんどが鉄道路線によるものであると考えられる。そのために、鉄道路線が寸断されると多くの旅行者が移動手段を失い、結果として地震当初における OD 減少の割合が高くなったと考えられる。一方、地震当初において OD 減少の割合が少ない傾向を示したものとしては、いずれも中長距離の OD ペアである。中長距離の OD ペアにおいては、従来から多くの需要があり、航空整備も充実していたものと考えられる。そのために、鉄道路線が寸断されても航空路線の利用者は代替手段としての航空輸送が選択可能であり、結果として地震当初における OD 減少の割合が低下したと考えられる。

2.14.4 まとめ

以上の検討結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 物資輸送については近畿の 3 空港がそれぞれに特性を活かして救援活動に利用されたことが確認された。特に、ヘリコプターなどを用いることで物資・人員輸送を緊急に行うことが可能となった。このことから、緊急時の物資輸送に関しては、空港を拠点とした輸送を今後も充実していくことが必要であり、そのための施設の充足も行う必要があると考えられる。
- 2) 旅客輸送については、地震による鉄道路線の寸断によって、地域間交通に支障をきたす旅行者が多数生じることが確認された。特に、航空輸送の需要が少ない地方間や、航空路線が整備されていない近距离における地域間交通では、ほとんどの旅行者が影響を受けることが明らかになった。一方、航空輸送の需要が多い地方間や、長距離における地域間交通では航空路線を代替交通機関として選択可能であるため、影響は比較的軽微であったと考えられる。
- 3) 地震後に、航空会社が新幹線の代替輸送として運行した臨時航空便は、鉄道路線寸断の影響を受けた旅行者によって利用され、十分に代替輸送機関として機能したことが確認された。しかし、名古屋空港発着の臨時航空便では機材容量の不足による旅客の積み残しが生じるなどの問題を残した。

以上の結果より、兵庫県南部地震のような大災害時において、物資輸送並びに中長距離旅客輸送では、空港の利用が非常に重要であり、特に航空輸送が鉄道の代替輸送としての十分に機能することが確認された。しかし近距离旅客輸送では、航空輸送が代替輸送としての役割を求められていたにもかかわらず、十分に機能できなかったと考えられる。よって今後も、このような大災害時には、必要に応じて代替輸送として臨時航空便を運行することが求められるといえるが、より効果的な代替輸送を行うために検討すべき課題として、以下に示すような事項があげられる。

- ・被害地域に隣接した地方間における近距离輸送に対する臨時航空便の増便
- ・地方空港－大都市圏にある空港間の航空便の増便
- ・地方空港間同士の臨時路線の開設

今後はこれらの課題を十分に検討した上で、大災害時における航空利用のあり方に検討を加えていく必要があると考えられる。

2章参考文献

- 1) 塚口博司・川村智司・戸谷哲男・中辻清恵：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、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、1997年9月
- 2) 北川博巳・三星昭宏：阪神大震災における道路の路面被害、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、1997年9月
- 3) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：道路施設の被害状況と交通特性、立命館大学阪神・淡路大震災復興プロジェクト調査報告書、1995年6月
- 4) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：阪神・淡路大震災における道路の被害状況と発災直後の自動車流動状況、土木計画学研究・講演集、No.18、1995年12月
- 5) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：発災直後における道路交通状況に関する分析、交通科学、Vol.25, No.2、1996年
- 6) 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：震災による道路の閉塞状況に関する分析、第1回土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、土木学会、1996年1月
- 7) 島田俊郎：システムダイナミクス入門、日科技連出版社、1994年
- 8) 天野光三編：計量都市計画、丸善株式会社、1982年
- 9) 浅野光行：都市における交通一活動分布モデルに関する基礎的研究、土木学会論文報告集、第285号、1979年
- 10) 宮城俊彦・奥田 豊・加藤人志：数理最適化手法を用いた土地利用一交通相互モデル、土木計画学研究・講演集、No.12、pp.659-666、1989年
- 11) 土木学会土木計画学研究委員会：交通ネットワークの分析と計画、第18回土木計画学講習会テキスト、pp.42-46、1987年
- 12) Sheffi, Y. and Powell, W.B. : A comparison stochastic and deterministic traffic assignment congested networks, *Transpn. Res.*, Vol.15B, No.1, pp.53-64, 1981
- 13) 山根 寛・藤原慶信・森津秀夫：多経路配分における迂回率を用いた配分対象経路の選択、第52回土木学会年次学術講演会講演概要集、第4部、pp.628-629、1997年
- 14) 中川 大：地震直後の交通渋滞と防災交通計画、*交通工学増刊号*、Vol.30、1995年
- 15) 富田・林・家田・中川：自動車交通の削減可能性からみた兵庫県南部地震後における交通行動実態分析、第31回日本都市計画学会学術研究論文集、1996年
- 16) 新田・松村・西尾：震災後の交通規制下における被災地域住民の通勤交通手段に関する分析、土木計画学研究・講演集、No.19、1996年11月
- 17) 斎藤・木戸・本間・森：阪神・淡路大震災後の交通行動実態、第51回土木学会年次学術講演会講演概要集、1996年
- 18) 中川・吉川・伊藤・小林：阪神・淡路大震災における地震発生直後の交通状況に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.19、1996年11月
- 19) 本田・谷垣・飯田・岸野：震災時の交通行動に関する一考察、第1回土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、1996年
- 20) 日野・上野・和田・見寄：震災時における自動車利用ニーズと交通運用の考え方、第2回土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、1997年
- 21) 小谷・松本・嶋尾・今井：震災時におけるマイカーの利用行動に関する考察、第2回阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、1997年
- 22) 松本・小谷・嶋尾：震災後の被災地内におけるマイカー利用の実態分析、土木計画学研究・講演集、No.19、1996年11月
- 23) 松本・小谷・今井：震災後時におけるマイカーの交通実態に関する一考察、第52回土木学会年次学術講演会、1997年

- 24) 市川晴雄：被災地における交通管理の現状と対応、交通科学、Vol.25、No.1、1996年4月
- 25) 交通科学研究会：大規模災害時における交通管理のあり方に関する調査研究、共栄火災交通財団平成7年度助成研究報告書、1996年10月
- 26) 日野泰雄・上野精順・和田 実・見寄権次郎：震災時における自動車ニーズと交通運用の考え方、第2回土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、pp.505-512、1997年1月
- 27) 増田勝茂・日野泰雄：震災後の神戸・阪神地区における交通事故の分析、土木学会関西支部平成8年度年次学術講演概要、pp.IV-75-1～2、1996年5月
- 28) 日野泰雄・増田勝茂・吉田長裕：阪神淡路大震災後の交通事故実態分析と災害時交通運用の考え方、第16回交通工学研究発表会論文集、pp.85-88、1996年11月
- 29) 日野泰雄・上野精順・細見 薫・吉田長裕・増田勝茂：阪神・淡路大震災後の交通事故実態からみた交通運用の課題、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.287-292、1997年9月
- 30) 和田 実・日野泰雄・上野精順・見寄権次郎：震災時における交通実態とその課題からみた交通運用の考え方、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.299-306、1997年9月
- 31) 上野精順・日野泰雄・和田 実・市川晴雄・鈴木孝治：震災後の自動車利用動向からみた交通運用の課題、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.293-298、1997年9月
- 32) 西尾健太郎・松村暢彦・新田保次：震災時に交通規制に関する被災地域内の住民意識について、第51回土木学会年次学術講演会講演概要集第IV部門、pp.72-73、1996年
- 33) 上野精順・日野泰雄・和田 実・市川晴雄・鈴木孝治：震災後の自動車利用動向からみた交通運用の課題、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.293-298、1997年9月
- 34) 和田 実・日野泰雄・上野精順・見寄権次郎：震災時における交通実態とその課題からみた交通運用の考え方、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.299-306、1997年9月
- 35) 本間正勝・林 健二・木戸伴雄・斎藤 威：大規模災害時の交通行動実態、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.327-332、1997年9月
- 36) 岸野啓一・本田武志：震災後の交通行動に関する考察、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.333-338、1997年9月
- 37) 小谷通泰・松本 誠・今井秀幸：阪神・淡路大震災におけるマイカー利用の実態と今後の課題、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.339-346、1997年9月
- 38) 藤井 聡・米倉 徹・大藤武彦・北村隆一：阪神・淡路大震災の被害と復旧が交通行動に及ぼした影響分析、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.347-354、1997年9月
- 39) 加藤浩徳・味沢慎吾・家田 仁・林 良嗣：地震発生後一週間の被災者および支援者の交通特性とマイカー利用削減の可能性、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.355-362、1997年9月
- 40) 兵庫県警察本部：阪神・淡路大震災における交通対策及び今後の課題について、大阪交通科学研究会研究談話会資料、1995年11月
- 41) 市川晴雄：被災地における交通管理の現状と対応、交通科学、Vol.25、No.1、1996年4月
- 42) 交通科学研究会：大規模災害時における交通管理のあり方に関する調査研究、共栄火災交通財団平成7年度助成研究報告書、1996年10月

- 43) 増田勝茂・日野泰雄：震災後の神戸・阪神地区における交通事故の分析、土木学会関西支部平成8年度年次学術講演概要、pp.IV-75-1～2、1996年5月
- 44) 日野泰雄・増田勝茂・吉田長裕：阪神淡路大震災後の交通事故実態分析と災害時交通運用の考え方、第16回交通工学研究発表会論文集、pp.85-88、1996年11月
- 45) 日野泰雄・上野精順・細見 薫・吉田長裕・増田勝茂：阪神・淡路大震災後の交通事故実態からみた交通運用の課題、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.287-292、1997年9月
- 46) 日野泰雄・上野精順・和田 実・見寄権次郎：震災時における自動車ニーズと交通運用の考え方、第2回土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、pp.505-512、1997年1月
- 47) 和田 実・日野泰雄・上野精順・見寄権次郎：震災時における交通実態とその課題からみた交通運用の考え方、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.299-306、1997年9月
- 48) 日野泰雄・上野精順・吉田長裕・鈴木孝治：震災時における自動車利用ニーズに関する分析、土木計画学研究・論文集、No.19、pp.323-326、1996年11月
- 49) 上野精順・日野泰雄・和田 実・市川晴雄・鈴木孝治：震災後の自動車利用動向からみた交通運用の課題、土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ-土木計画学からのアプローチ」阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集、pp.293-298、1997年9月
- 50) (財)関西交通経済研究センター、近畿運輸局：阪神・淡路大震災復興に伴う神戸市における都市内物流のあり方に関する調査研究、平成7年9月
- 51) (財)運輸経済センター：大規模地震災害等における貨物緊急輸送及び代替輸送対策に関する調査報告書、平成7年6月
- 52) 兵庫県警察本部：阪神・淡路大震災警察活動の記録-都市直下型地震との闘い、平成8年1月
- 53) 阪神・淡路大震災兵庫県災害対策本部：阪神・淡路大震災-兵庫県の1ヶ月の記録、平成7年7月
- 54) 神戸市民生局：平成7年兵庫県南部地震 神戸市災害対策本部の記録、平成8年2月
- 55) 財団法人関西交通経済研究センター：震災等発生時の旅客交通に関する調査研究報告書、平成7年10月
- 56) 井上欣三・木下麻子：地震災害と船舶の活用-阪神大震災における船舶の活用実態と問題点-、神戸商船大学紀要、第二類商船・理工学篇、第43号、1995年10月
- 57) 井上欣三・木下麻子：地震災害と海上交通、神戸商船大学震災研究会研究報告、第1号、1996年1月
- 58) 井上欣三・木下麻子：神戸港の被災と海上交通、第1回土木学会阪神・淡路に関する学術講演会論文集、土木学会、1996年1月
- 59) 土木学会：阪神大震災災害調査緊急報告会資料、pp.43-83、1995年2月
- 60) 黒田勝彦・竹林幹雄・春名薫・三保木悦幸：シュタツケルベルグ均衡による航空ネットワークの最適化、第51回土木学会年次学術講演会講演概要集第IV部、pp.776-777、1996年10月
- 61) 運輸省：運輸白書平成6年版
- 62) 運輸経済センター：平成3年度幹線旅客純流動調査、1990年
- 63) 運輸省航空局：主要航空路線運行データ
- 64) 運輸省運輸局監修：数字で見る航空、1994年
- 65) JTB 編：JTB 時刻表、1995年
- 66) 黒田勝彦：阪神淡路大震災と交通、交通工学、Vol.30、No.3、1995年6月
- 67) 黒田勝彦：震災後の運輸・交通、第13回神戸大学工学部公開講座テキスト、1995年7月
- 68) 黒田勝彦：運輸交通システムの信頼性、土木学会誌8月号、1995年8月
- 69) 黒田勝彦：震災と阪神地区の交通、MOBILITY、No.101、1995年秋季号
- 70) 黒田勝彦：ネットワークの再構築、科学朝日、Vol.56、No.13、1995年12月
- 71) 運輸経済研究所：災害に強い交通基盤の整備のあり方に関する調査報告書、1996年4月
- 72) 社団法人 日本船主協会：阪神・淡路大震災の海運および海上物流への影響と対応、1995年
- 73) 交通日本社：貨物運賃と料金ハンドブック「貨物運賃と各種料金表」.

- 74) さくら総合研究所：神戸港国際物流復興促進シンポジウム資料集、1995年
- 75) 神戸市港湾局：統計 神戸港 No.74 平成7年上半期報、1995年
- 76) 運輸省港湾局：外貿コンテナ貨物量データ「阪神大震災に関わる取扱貨物の変動量」
- 77) 財団法人 運輸経済研究センター：運輸政策研究会(トランスポートフォーラム 21)報告書、1994年3月
- 78) 社団法人 日本船主協会：阪神・淡路大震災の海運及び海上物流への影響と対応、1995年