

## 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

### Analysis on Road Traffic Condition Immediately After the Hanshin-Awaji Earthquake Using Aerial Photographs

立命館大学工学部 塚口博司\*  
前田道路(株) 川村智司\*\*  
アジア航測(株) 中辻清恵\*\*\*  
アジア航測(株) 戸谷哲男\*\*\*

To analyze traffic characteristics immediately after a great earthquake is very significant to consider effective countermeasures in the future, but it is quite difficult to obtain such data as traffic volume, traffic density etc. during the time, because all detectors did not function at all. Under the circumstances, aerial photographs have an important role to record the traffic condition at those periods, even though the date are not suitable for detailed analysis. This study make clear the road traffic characteristics immediately after the Great Hanshin-Awaji Earthquake using aerial photographs.

#### 1. はじめに

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、緊急車への要請が非常に高かったこの

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。

そこで本研究では、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た。しかしながら、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り、このような分析も重要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、空中写真に基づいた分析においては、当然のことながら、交通の質的な側面、すなわちどの

キーワード：防災計画、交通調査、交通管理

\* 正員、工博、立命館大学工学部(草津市野路東1-1、Tel: 0775-61-2735、Fax: 0775-61-2667)

\*\* 前田道路株式会社

\*\*\* アジア航測(株) 関西生産技術部(吹田市江坂町2-1-11、Tel: 06-369-0556、Fax: 06-369-0538)

ような目的から自動車が利用されたのかといった視点からの検討ができない。このため、本研究は発災直後の道路交通状況に関する一側面からの分析であることを予め断っておきたい。

## 2. 調査の方法

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。本研究では、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。

本研究においては、芦屋川断面とJR神戸駅断面間の地域を対象とした(図-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1km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、三ノ宮以東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。

## 3. 幹線道路における交通状況<sup>1) 2)</sup>

### (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。本章では、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-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日の状況を見してみる

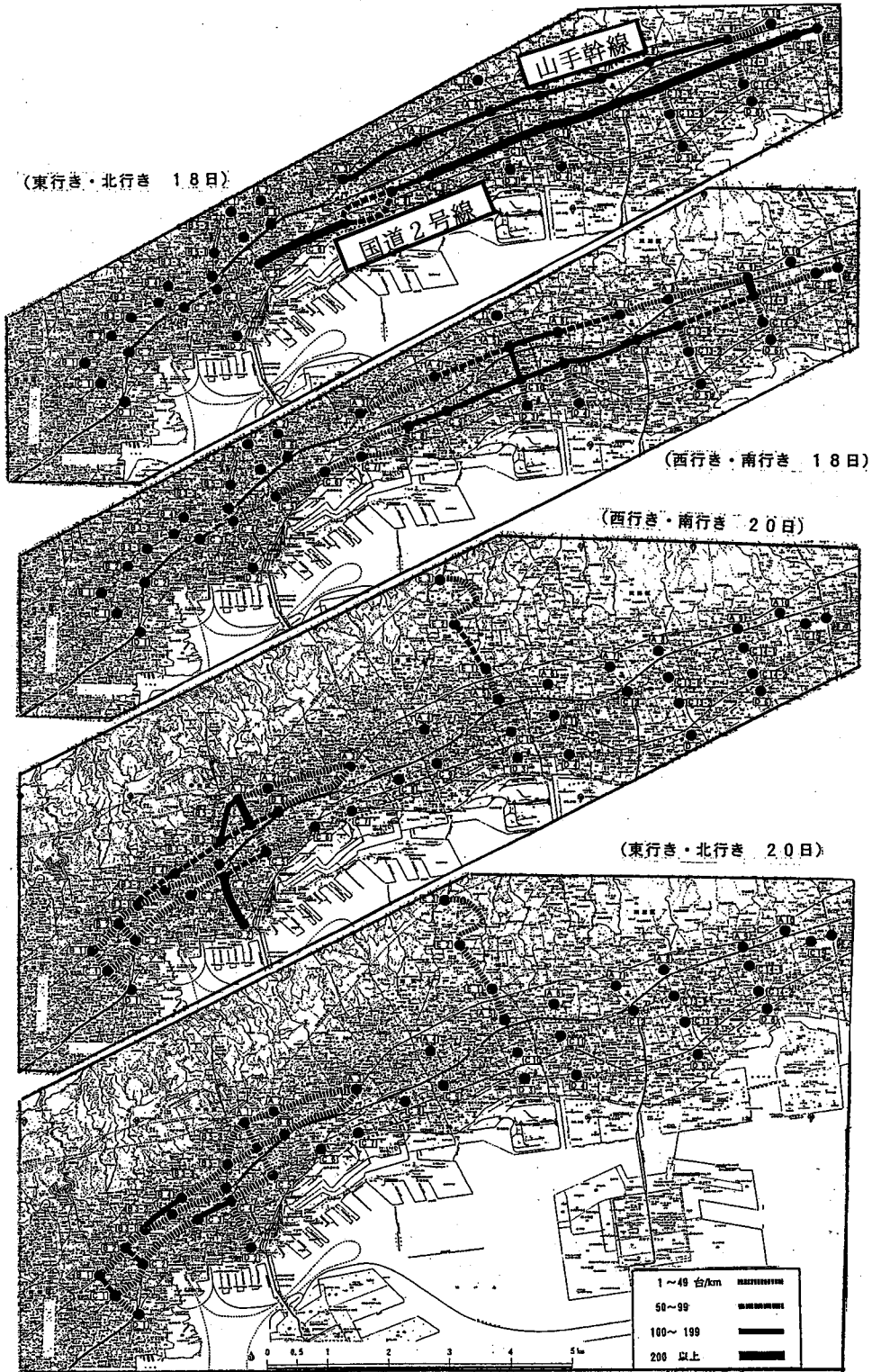


図-1 幹線道路における交通密度

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間隔で走行車両が連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過箇所が多いため、比較的交通密度が低い。

図-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うまに流動し、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、区間内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。本研究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。これを図-2に示す。

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万台であり、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と考えられる。

## 4. 補助幹線道路も含めた道路交通状況

### (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。そこで、本章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。本章では、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-3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

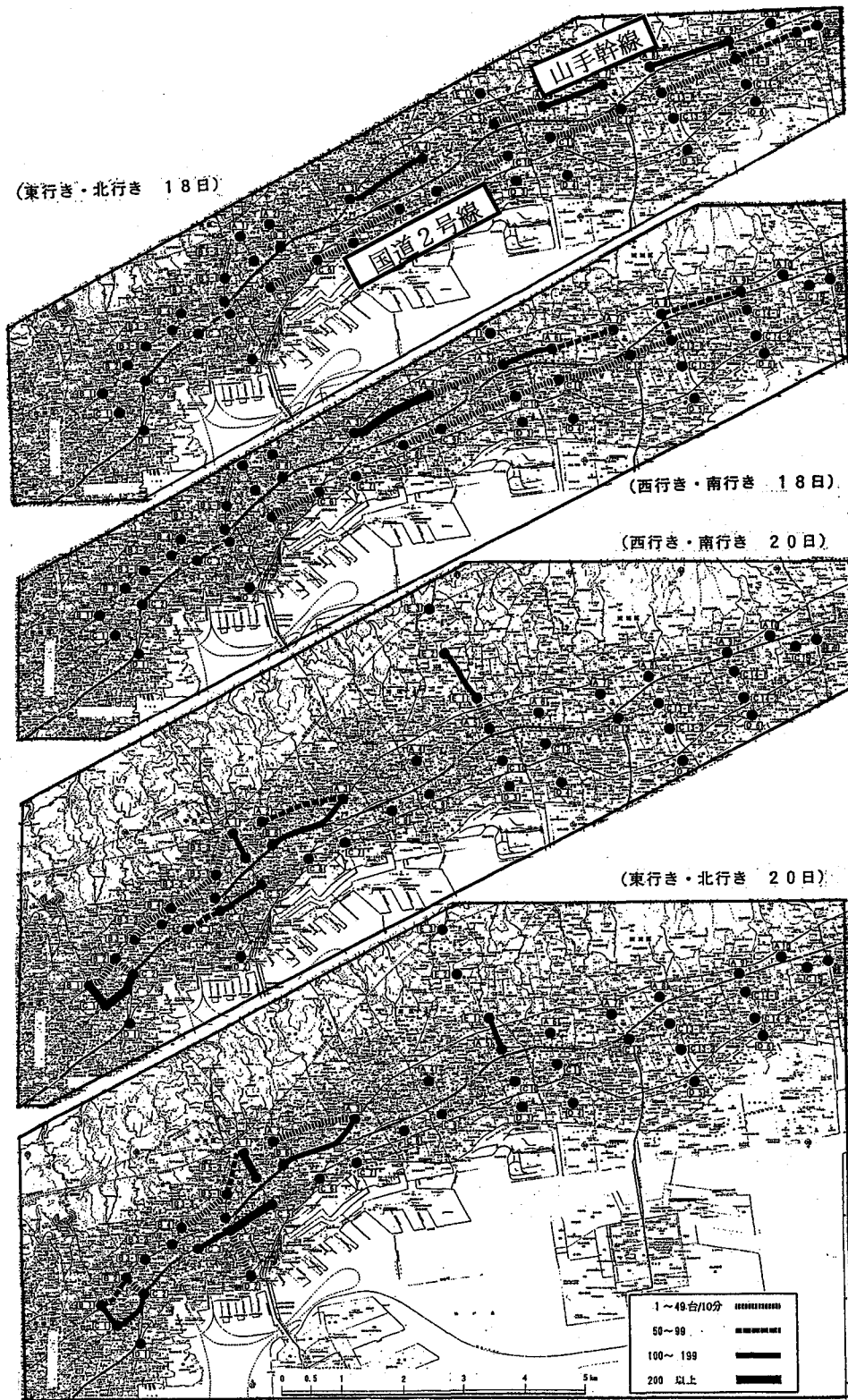


図-2 幹線道路における交通量

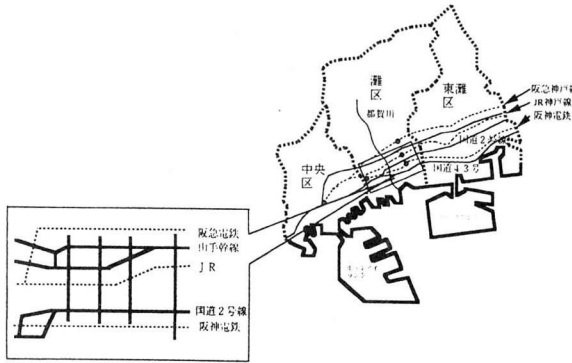


図-3 対象地区

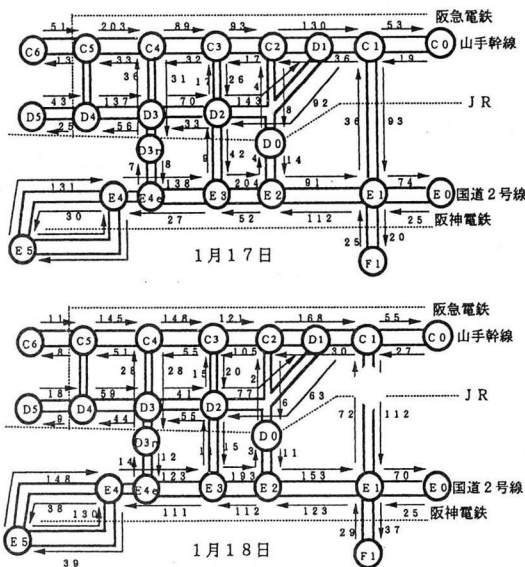


図-4 全車両台数

よび18日について示したものが図-4である。これを各道路区間ごとに詳しく示すと図-5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。

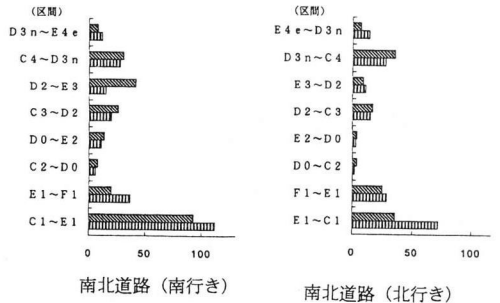
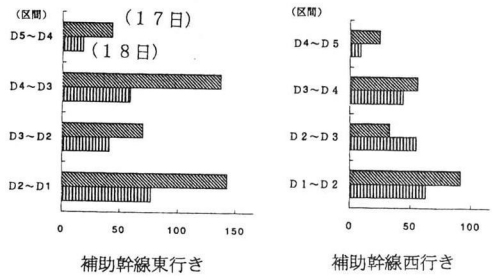
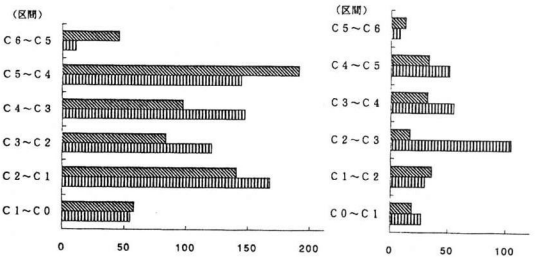
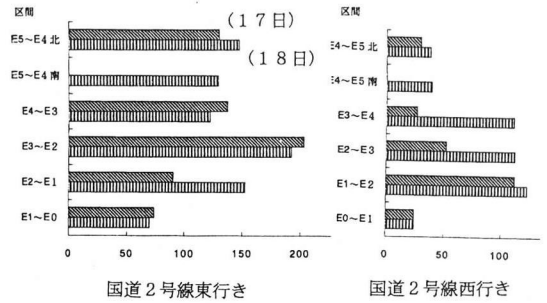
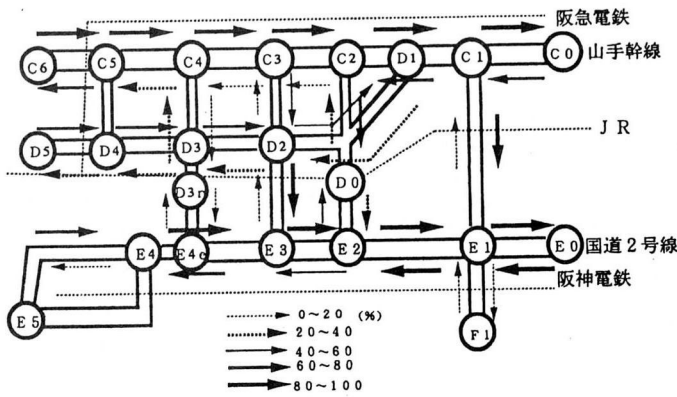


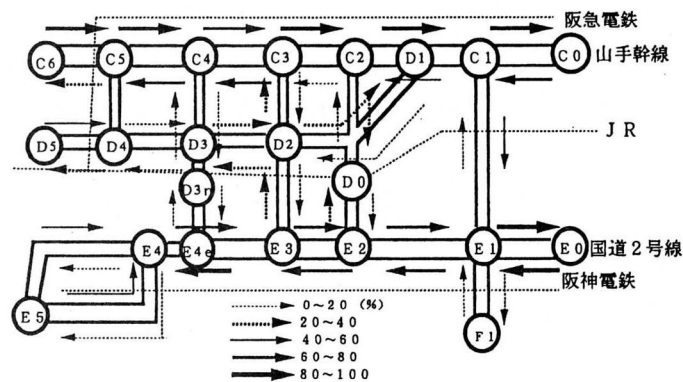
図-5 道路区間別、方向別にみた車両台数

(2) 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-6に示す。震災直後は走行不能となった車もあつたと思われるから、走行車両と駐車車両とに明確



1月17日



1月18日

図-6 走行車両率

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、走行車率は国道2号線においては70~80%程度の区間が多い。また、山手幹線では東行は80~90%程度であって走行車率が高いが、西行は40~80%であり区間に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

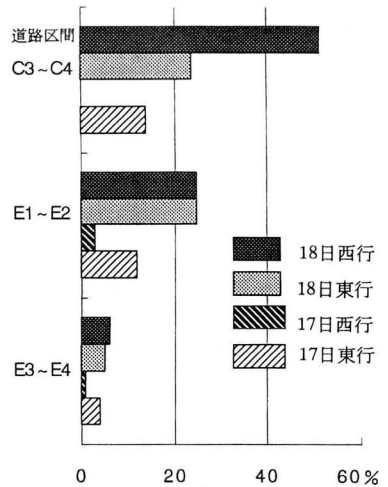


図-7 2号線・山手幹線における大型車混入率

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<sup>1) 3)</sup>、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。

(6) 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-7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。

#### 5. おわりに

本稿の分析は、空中写真を利用した瞬時の交通状況を捉えたものであるから、発災直後の道路交通状況の全体を把握することは困難である。しかしながら、このような時期には客観的な交通データが少ないから、その一端を捉えたものとして記録しておく意味はあろう。これらの結果は、他の調査結果とともに比較検討して、震災直後の交通管理に役立てていくことが望まれる。

最後に、本報告をまとめるにあたり種々の御協力頂いた京都大学防災研究所 横山康二氏、アジア航測 斉藤敬三氏に謝意を表する次第である。

#### 引用・参考文献

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) 塚口博司・川村智司：震災直後における道路交通状況の分析、土木学会関西支部年次学術講演会講演概要、1997年。