

## 4. 土木学会関西支部会員へのアンケート調査

### 4.1 アンケートの実施

日常生活の機能はライフライン機能に複合的に依存しており、地震時のライフライン機能障害による生活支障は、各ライフライン機能の復旧プロセスをはじめ、生活様式や代替物の利用状況などに大きく左右されると考えられる。地震時機能障害による利用者の困窮を軽減するためには、生活支障の実態調査に基づいた対応策の検討が必要である。また、今回の地震では未曾有の交通システム被害が発生し、被災地域はもとより全国レベルにおいて物流・人流に大きな影響を与えた。今回の地震における交通障害を機能面から記録・分析し、今後の対策に有効に利用することが必要である。対策という観点からは、交通規制や情報提供のあり方が重要な検討課題になるであろう。本研究はこのような観点から、阪神・淡路大震災においてライフライン機能障害を経験した被災者に対するアンケート調査結果に基づいて、ライフライン機能障害とそれによる生活機能障害の実態を明らかにし、両者の関連について分析を行ったものである。また、交通に関しては、通勤交通に焦点を絞って調査し、あわせて交通規制や情報提供のあり方も調査している。

土木学会関西支部では兵庫県南部地震に伴い、阪神・淡路大震災調査研究委員会を発足させた。同調査委員会の活動の一環として、支部会員の被災体験の事実の記録、また復旧・復興に向けての意見の収集を目的としてアンケート調査が計画された。アンケート調査は、土木学会関西支部「阪神・淡路大震災調査研究委員会」の三分科会（地盤・基礎、ライフライン、復旧・復興）が合同で企画・実施したものである。関西二府四県在住の土木学会関西支部会員約4,500名を対象として、1995年9月中旬に職場班を通じて調査票が配布され、12月下旬までに2,433票が回収された。

ライフライン関連の質問項目は、「問1. ライフライン設備と熱源の使用状況」、「問2. ライフライン機能の復旧期間」、「問3. 生活機能の復旧期間」、「問4. 生活の困窮度」、「問5. 代用品の利用状況」、「問6. 震災後の生活場所」の6項目からなる。

交通関連の質問項目は大きく分けて、「A. 平常時の通勤交通行動」「B. 通勤先の変化と通勤再開時期」「C. 地震後の通勤交通行動（4時点）」「D. 交通情報と交通規制」の4項目であった。

このうち通勤交通に関する調査項目は、（1）地震前の通勤手段（端末手段、乗換駅を含む）、（2）自宅出発時刻、勤務先到着時刻、退社時刻、帰宅時刻であり、（3）設問Cでは、地震後の（1）（2）の変化を、①地震直後から2/7まで、②2/8（JR住吉開通）から3/31、③4/1（JR神戸線開通）から5/31、④8/7（交通規制緩和）以降、の4時点について調査している。

## 4.2 生活支障に関するアンケート分析

### 4.2.1 はじめに

ライフライン地震被害に伴う機能障害が市民生活に及ぼす多大な影響を防止・軽減することは、都市地震防災における重要な課題である。生活支障の防止・低減という目的に合致した防災対策を効果的に推進するには、インパクトの受け手である利用者の困窮度が、被害の程度と復旧の進行状態でどのように変化したか、どの程度の困窮度であれば利用者が許容し得るのか、といったことに関する定量的評価が不可欠となる。しかし従来のライフライン機能障害の影響評価については、いわば供給側の立場から「復旧曲線」という表現手段によってのみ扱われる場合が多く、利用者への影響を評価する手法が確立されているとはいい難い。

以上を背景として、阪神・淡路大震災のライフライン機能障害によって生じた生活支障に関して、土木学会会員を対象としたアンケート調査結果に基づいて、生活支障の事態を分析した結果を報告するとともに、定量的評価モデルへの適用を行なった分析結果について報告する。

アンケート調査対象には被災地外の会員も広く含まれるが、ここでは被災地およびその周辺地域における生活支障を中心にみるために、解析の対象地域を兵庫県南部および大阪府の淀川以北の市町に限定し、抽出された1,141票の回答を用いることとした。以下では、ライフライン機能支障の継続状況（問2）とそれにより生じた生活機能障害の継続状況（問3）、および生活困窮の程度（問4）の三者間における関連について分析を行なった結果を記述するものとする。

### 4.2.2 単純集計結果

#### 1) ライフライン機能障害の復旧期間（問2）

この設問では、自宅で給水、排水、ガス、電気、電話のライフライン機能が地震前と同様に使えるようになった時期を尋ねている。調査時点で震災後8ヶ月を経過していたことから多少の記憶の風化はやむをえないと判断し、復旧期日を直接問うことはせず期間をおおまかに区切って択一形式とした。期間の分類は、被害なし、地震当日、2日目、3日目、4～5日目、6～7日目、8～10日目、1月末、2月上旬、中旬、下旬、3月上旬、中旬、下旬、4月上旬、中旬、下旬以降、の17段階とした。

図-4.2.1に各ライフライン機能の復旧期間の回答者比率を示す。各システムの被害影響範囲と復旧プロセスの相違を反映した結果となっている。給水については少しでも水が使える状態（低水圧）と普段通りに使える状態（通常水圧）に区別したが、給水（低水圧）で無記入が多いのは設問の意図が正確に伝わらなかったためと考えられ、以下の分析では除外した。給水（通常水圧）は2月下旬頃までかなり広い分布となっている。排水については「被害なし」がもっとも多い。これは屋内排水設備に被害がなければ支障を実感することがないためであろう。ガスは給水（通常水圧）と同様の傾向を示すが、給水よりやや復旧が遅れたことを反映した結果となっている。電気はなんらかの障害を経験した比率（以下では罹災率とよぶ）はもっとも高いが地震当日の復旧がほとんどである。電話の機能障害は市内と市外に区別して尋ねた。いずれも広範囲で影響があったが1月末までにはほぼ復旧している。

#### 2) 生活機能障害の復旧期間（問3）

この設問では、問2のライフライン機能障害に加えて、建物の状況や交通機能障害により生じた生活機能障害の復旧期間を10項目について尋ねた。回答方式は問2と同様に17段階の択一方式とした。図-4.2.2に各生活機能の復旧期間の回答者比率を示す。建物は罹災率が小さいものの、いったん被害を受けた場合には復旧が遅れ4月下旬以降にずれこんだ比率が高い。これに対して屋内状態では罹災率は大きい、倒れた家具や壊れた食器など簡単な後片付けで済むものも含むため、3日目までの復旧率がかかなり高い。通勤・仕事はもっとも高い罹災率を示し回答者の約90%に及ぶ。これは他の活動が「点」としての生活場所で影響を受けるのに対し、通勤・仕事は「面」的な活動でより広く影響を受けやすいためと考えられる。またその回復は、短期・長期の両極に分離していることがわかる。一方、食事、用便、入浴、洗濯、暖房は、すべて家庭内の生活機能で、水道・ガス・電気の機能障害による影響が大きいと考えられる。罹災率は60%程度であり、ライフラインの修理により徐々に回復していった様子がわかる。暖房の多くは電気に

依存するため2日目までの復旧が多いが、その他については水道・ガスの影響により長期化していることがわかる。生活全般の復旧は、以上の項目の復旧を総合的に反映しているものと解釈できる。

### 3) 生活の困窮度 (問4)

この設問では、生活機能障害による困窮度を17種類の項目について尋ねた。困窮度は個人の感覚に大きく左右されるため、定性的な順序尺度での表現が適当と判断し、「全く困らず」から「非常に困った」までの5段階択一方式とした。図-4.2.3に生活の困窮度の回答者比率を示す。質問項目は大きく(a)ライフラインのフロー漏出によるもの(漏水、水の詰まり、ガス漏れ、漏電)、(b)水・ガスの供給停止の影響が大きいもの(飲み水、炊飯・調理、トイレ、入浴、掃除・洗濯)、(c)停電の影響が大きいもの(暖房、照明、冷蔵庫、テレビ)、(d)交通・通信系のマヒによるもの(電話、鉄道交通、道路交通、通勤)、の4種類に分類され、困窮度の現われ方に顕著な相違がみられる。(a)については全般的に困窮度が低い。一方、(b)については約50~60%の回答者が何らかの困窮を感じ、「非常に困った」の比率が高い。ライフライン機能障害のもっとも顕著な側面である。(c)については約40%が困窮を感じているが、停電の早期解消を反映して「あまり困らず」の比率がもっとも高い。(d)は交通関係の復旧遅れを反映して90%弱の回答者が困窮を感じており、「非常に困った」、「かなり困った」の比率も高い。

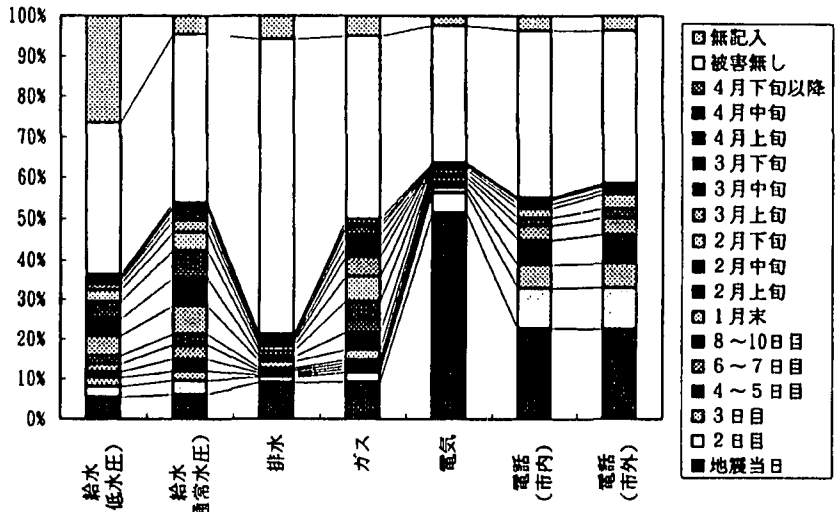


図-4.2.1 ライフライン機能の復旧期間

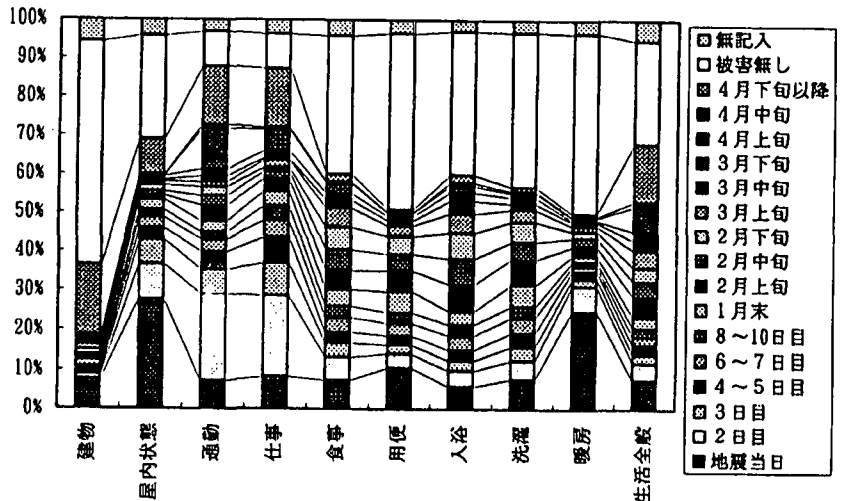


図-4.2.2 生活機能の復旧期間

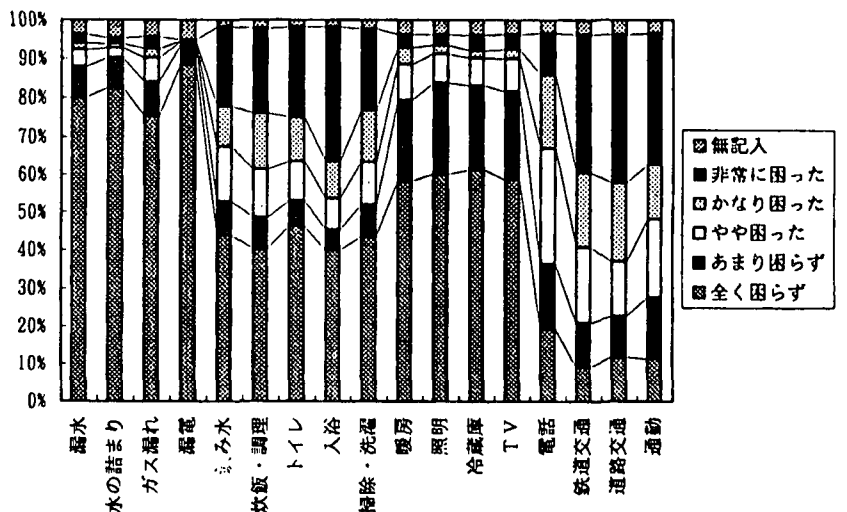


図-4.2.3 生活の困窮度

### 4.2.3 生活支障の定量的評価

#### 1) 評価モデルの概要

能島・亀田は、利用者個人が感じる困窮度を定量的に評価し、加重平均法によって利用者全体の生活支障を定量化するモデルを提案した<sup>1)</sup>。このモデルは図-4.2.4に示すように、各サービス水準*i* (図ではレベル1~4) に対する利用者個人単位の充足度の時間曲線 $S_i(t)$ を、サービス水準の時間的推移を表す復旧曲線 $DF_i(t)$ によって加重平均し、利用者全体の充足度の時間曲線 $D(t)$ を求め、地震発生後の利用者の生活支障を時間変動として表現するものである。ここで利用者個人単位の充足度曲線とは、ライフラインのサービス水準があるレベルで一定期間継続した場合に利用者を感じる充足度の時間的変化を表したものであり、完全な充足を1、完全な非充足を0に正規化した連続量で単調減少関数である。能島・亀田はこのモデルを新潟地震および宮城県沖地震での断水被害による生活支障の推定に適用した<sup>1), 2)</sup>が、利用者個人単位の充足度曲線の曲線形状やパラメータを経験的に仮定した点で課題を残していた。さらに、日本海中部地震での能代市の被災者を対象としたアンケート調査結果に数量化理論II類を適用し、パラメータの推定を行なっている<sup>3), 4)</sup>。

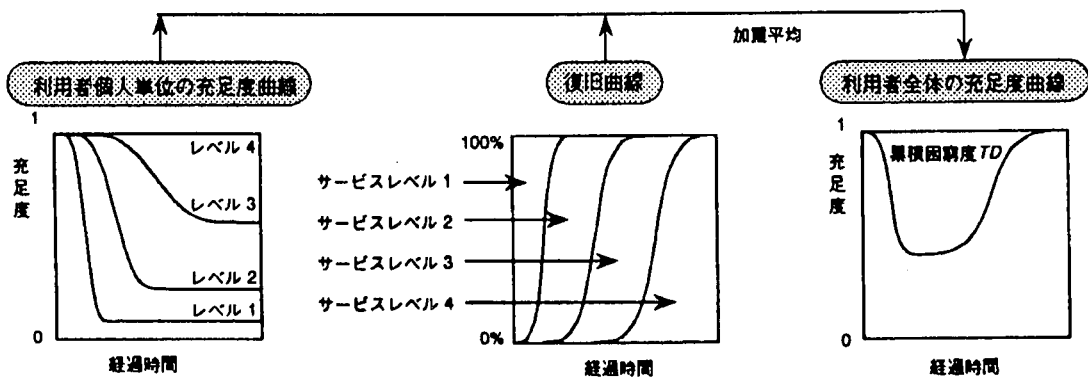


図-4.2.4 生活支障の定量的評価モデルの概念

#### 2) アンケート調査結果の評価モデルへの適用

ここでは生活支障の項目ごとに、アンケート調査の間2と間3で独立に得られた生活支障の継続時間と困窮度の関係を用いて利用者個人単位の充足度曲線を推定するとともに、間2の結果をもとに生活機能の復旧曲線を求め、生活機能の項目ごとに利用者全体の充足度曲線を算出することとした。サービス水準の区分は「未復旧 (レベル1)」および「復旧済み (レベル2)」の2段階とし、算出に用いた式は以下の通りである。

$$DF_1^k(t_L) = 1, \quad DF_2^k(t_L) = \frac{\sum_{j=1}^5 \sum_{l=1}^L n_j^k(t_l)}{\sum_{j=1}^5 \sum_{l=1}^{l=17} n_j^k(t_l)}$$

$$S_1^k(t_L) = \frac{\sum_{j=1}^5 w_j \cdot n_j^k(t_L)}{\sum_{j=1}^5 n_j^k(t_L)}, \quad S_2^k(t_L) = 1$$

$$D^k(t_L) = S_1^k(t_L) \cdot \{DF_1^k(t_L) - DF_2^k(t_L)\} + S_2^k(t_L) \cdot DF_2^k(t_L)$$

ここに、上添字*k*は生活機能の項目 (通勤、炊飯・調理、など) を表し、下添字*j*は困窮度の5段階区分、下添字*L*は復旧期間の17段階区分を表す。 $n_j^k(t_l)$ は期間 $t_l$ において復旧した結果、困窮度区分が*j*であったと回答した回答者数である。 $DF_1^k(t_l)$ 、 $DF_2^k(t_l)$ はそれぞれ期間 $t_l$ におけるレベル1 (未復旧)、レベル2 (復旧済み) の復旧率で、前者は「未復旧」なので常に満たされているものとし、後者は期間 $t_l$ にお

いて復旧した回答者数の全回答者数に対する比率で定義される。 $S_1^*(t_i)$ 、 $S_2^*(t_i)$ はそれぞれ、期間 $t_i$ におけるレベル1（未復旧）、レベル2（復旧済み）の充足度で、後者は「完全充足」を意味する。ここで $w_j$ は困窮度区分 $j$ に対する充足度で、試みとして「全く困らず」に1、「あまり困らず」に0.75、「やや困った」に0.50、「かなり困った」に0.25、「非常に困った」に0のスコアを与えた。

利用者個人単位の充足度曲線の本来の定義は、特定のサービス水準が継続した場合の個人充足度の減少過程であるが、こうしたデータを得ることは困難であるため、ここでは回答者全体の傾向が示す平均的な傾向を、個人の充足度曲線と解釈していることに注意されたい。また上記のスコア設定については今後さらに詳細な検討を要する。

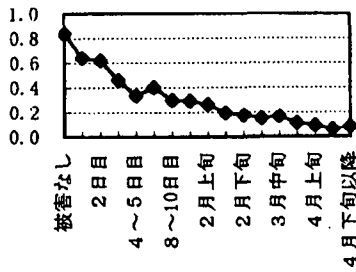
### 3) 適用結果と考察

図-4.2.5～図-4.2.8は、通勤、炊飯・調理、トイレ、入浴の4種の生活機能について上記のモデル適用を行なった結果である。利用者個人単位の充足度曲線はその性質上、単調減少関数となるべきであるが、サンプルのばらつきのため部分的に増加するケースもある。しかし本研究では、概略的な傾向は捉えられているものと判断し、特に補正を行わずに使用した。生活機能の種類によっては際立った差異は認められないが、初期の段階においてトイレの充足度曲線の低下がやや早い点などに特徴が現れている。復旧曲線は復旧期間の累積で算出されるため、必ず単調増加関数となる。通勤では罹災率が高く初期段階でかなりが回復したが、その後の復旧はもっとも遅い。炊飯・調理と入浴も復旧が遅れており、トイレはやや復旧が早い。

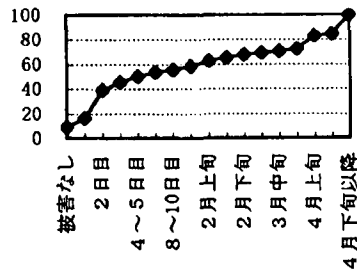
これらを組み合わせた利用者全体の充足度曲線を見ると、通勤については、0.7程度の充足度が長期にわたって継続しており、明確な困窮度のピークは認められない。「被害なし」で充足度が1でない理由は、通勤そのものは可能であったが、いくらかの困窮が伴ったことによると考えられる。通勤を除く生活機能では困窮のピークが比較的明確であり、特に入浴では、8～10日目に極小値が顕著に表れている。「未然防止」および「早期復旧」という漠然とした防災目標ではなく、利用者の立場から「地震後の充足度低下をいかに緩和するか」、「早期に充足度をいかに回復するか」を具体的に考えるために、このような評価指標を有効に用いることができる。

#### 4.2.4 おわりに

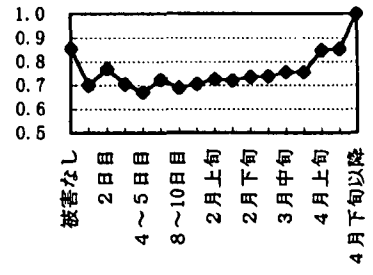
本節では、アンケート調査の集計結果の概要を報告するとともに、生活支障の定量的評価モデルの適用結果を紹介した。ここで適用した評価モデルは、データの取り扱いの点でまだ改良の余地が残されているが、利用者側のファクターを導入したことにより、防災対策の整備・運用の面でこれまでより総合的な判断が可能になると考えている。すなわち本モデルでは、施設強化による初期被害の軽減、早期復旧、代替供給、代替サービスなどの事後対応、および利用者の自助努力や市民の相互扶助などが反映されるため、多面的なライフライン地震防災対策を検討する上で有効であろう。



(a) 利用者個人単位の充足度曲線

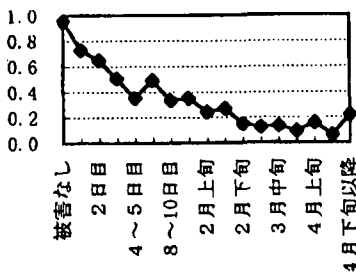


(b) 復旧曲線

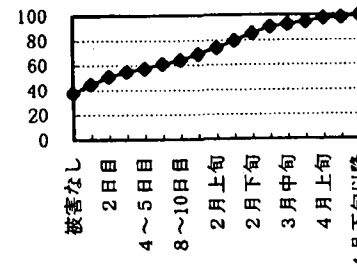


(c) 利用者全体の充足度曲線

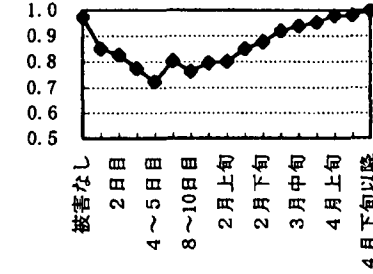
図-4.2.5 通勤の機能障害による充足度の時間的変化の推定結果



(a) 利用者個人単位の充足度曲線

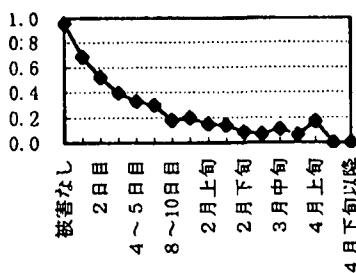


(b) 復旧曲線

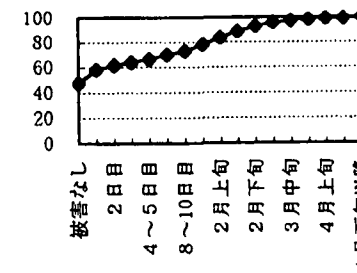


(c) 利用者全体の充足度曲線

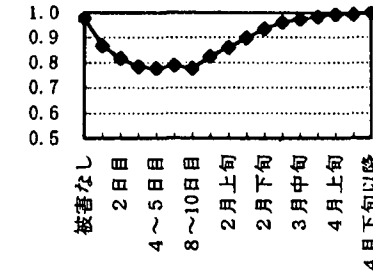
図-4.2.6 炊飯・調理の機能障害による充足度の時間的変化の推定結果



(a) 利用者個人単位の充足度曲線

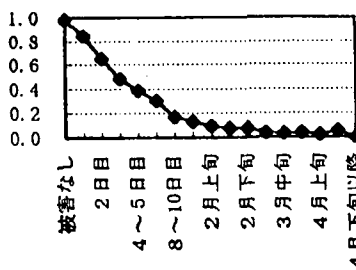


(b) 復旧曲線

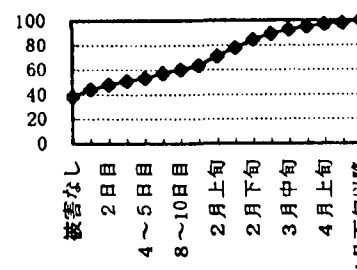


(c) 利用者全体の充足度曲線

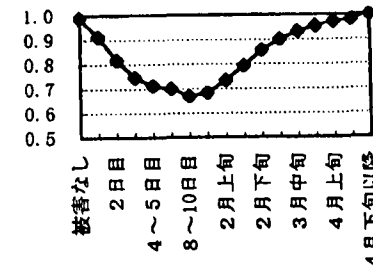
図-4.2.7 トイレの機能障害による充足度の時間的変化の推定結果



(a) 利用者個人単位の充足度曲線



(b) 復旧曲線



(c) 利用者全体の充足度曲線

図-4.2.8 入浴の機能障害による充足度の時間的変化の推定結果

### 4.3 交通に関するアンケートの集計結果調査

#### (1) 分析の対象

本分析では、通勤先として最も回答が多かった大阪市に着目し、地域①：被災地域（被害の大きい地域）、地域②：被災地域を通過して通勤する地域、地域③：大阪市への通勤には特に支障のなかった地域、に分けて分析した。分析総数は820であった。

#### (2) 通勤の再開時期

表-4.3.1に示すように、地域①と②と地域③とでは大きな違いが見られる。アンケート回答者に関する限り、地域①と②との大きな違いは見られない。表-4.3.1のその他については、独身寮への一時移転や勤務先の変更等が含まれている。交通システムの不通の大きさが明らかとなっている。

表-4.3.1 通勤の再開時期

	地域①	地域②	地域③
地震当日から	4	9	298
地震翌日から	26	38	238
2,3日たってから	19	30	31
約1週間後から	17	25	4
1週間以上後から	10	14	7
その他	5	9	8
無記入	3	3	22
合計	84	128	608

注：地域①：被災地域内、

地域②：被災地を通過して大阪へ通勤する地域

地域③：上記以外

#### (3) 通勤手段の時系列的変化

地域ごとに、交通機関の整備状況、特に私鉄や地下鉄路線の有無、起終点、経由地の相違があるので、行政区域（市および区）ごとに分析した。行政区域単位でのサンプル数はわずかなものとなり、統計的処理は困難となるが、それぞれの通勤者が、それぞれの判断で交通手段を選択し、苦勞して通勤していることが明らかとなった。

これらのうち、明石市から大阪市（本来はJR神戸線が主通勤手段）、神戸市須磨区から大阪市（本来はJR、阪急、阪神で分担）への通勤手段の時系列的変化を図-4.3.1、図-4.3.2に示す。前者では、JRが開通した4月1日以降は、元に戻っているが、その間、種々の代替手段が選択されていることがわかる。大きく分けて、JR西明石駅→JR加古川線→福知山線へ迂回する経路と、JR神戸線、阪急神戸線、阪神電鉄線地域を代替バスを含めて乗り継ぐ経路に分かれている。中には、JR神戸駅からJR芦屋駅まで、代替バスではなく徒歩で120分かかっている人も見られる。また、後者では、神戸電鉄（三田経由）→JR福知山線経由の経路、高浜岸壁から出航する船で大阪へ向かう経路に分かれている。この地域では、転居・会社の寮へ入居等で須磨区に居住しなくなったケースも多い。

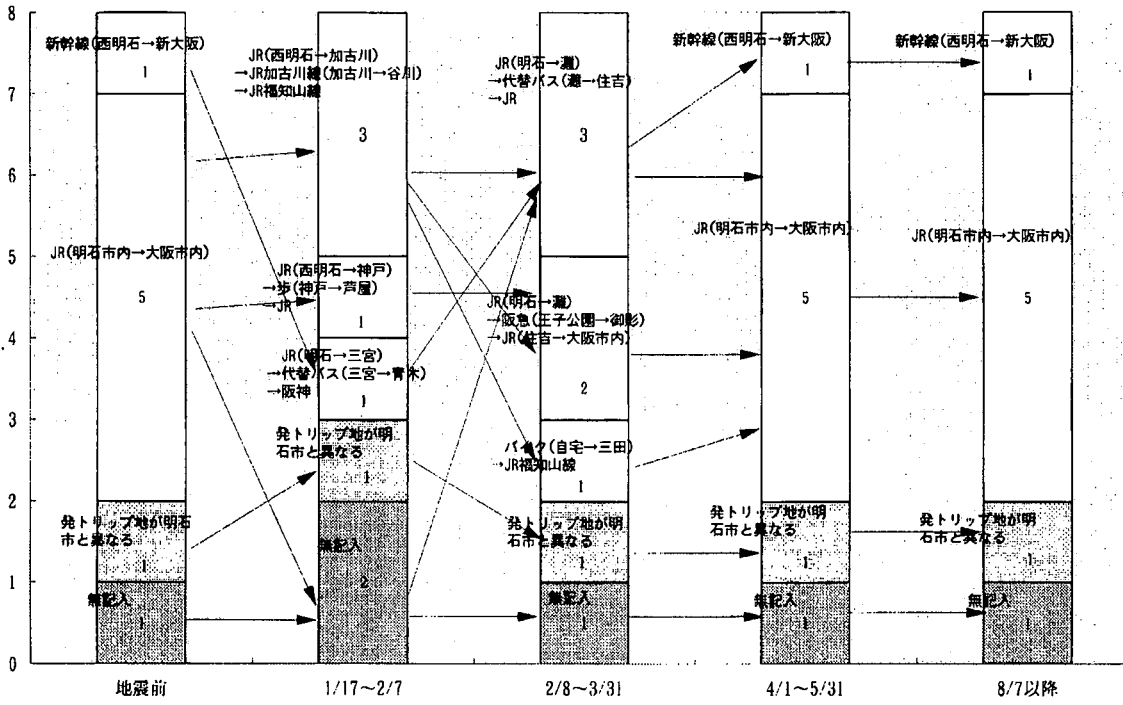


図-4.3.1 明石市から大阪市への通勤交通手段の時系列的変化 (サンプル数:8)

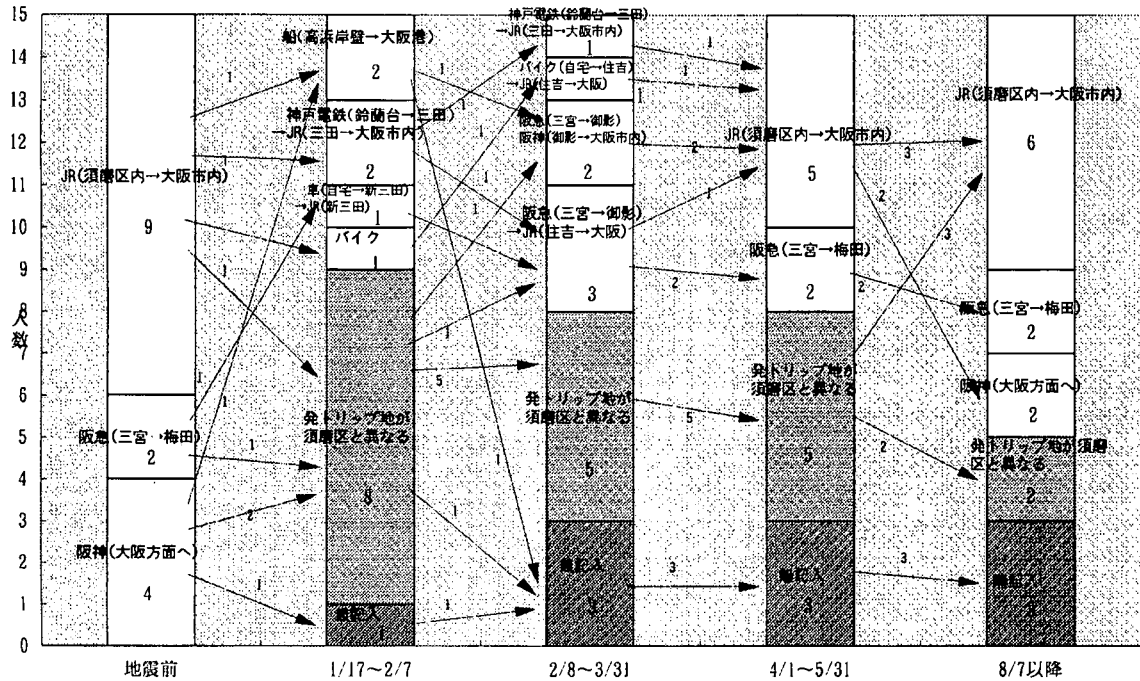


図-4.3.2 神戸市須磨区から大阪市への通勤交通手段の時系列的変化 (サンプル数:15)



#### (4) 通勤所要時間の時系列的变化

通勤所要時間の変化については以下のとおりである。明石市からの通勤所要時間の変化は図-4.3.3のとおりである。地震前は71分であったが復旧Ⅰ期では234分で復旧Ⅱ期は136分と地震前と比べて相当所要時間が増えている。これに対して4月1日復旧Ⅲ期は75分、復旧Ⅳ期は74分とほぼ地震前と同じになっている。このことは明石～大阪市内への通勤は主に山陽本線・東海道本線を利用していた事を示しており、1月17日～3月31日はJR加古川線・福知山線を利用して通勤したり、途中の不通区間を代替バスや徒歩で通勤したりしたため所要時間が大幅に増えたと考えられる。

須磨区については図-4.3.4のとおりである。地震前は76分、復旧Ⅰ期は175分、復旧Ⅱ期は124分となっている。4月1日以降ほぼ地震前と同じになっている。JR住吉開通により所要時間が51分も減っていることから代替手段として代替バス・徒歩を選んだ回答者が多かった(他には神戸電鉄・福知山線)と思われる。また航路を利用した回答者もいた。このブロックについても主な通勤手段はJRであったと考えられる。

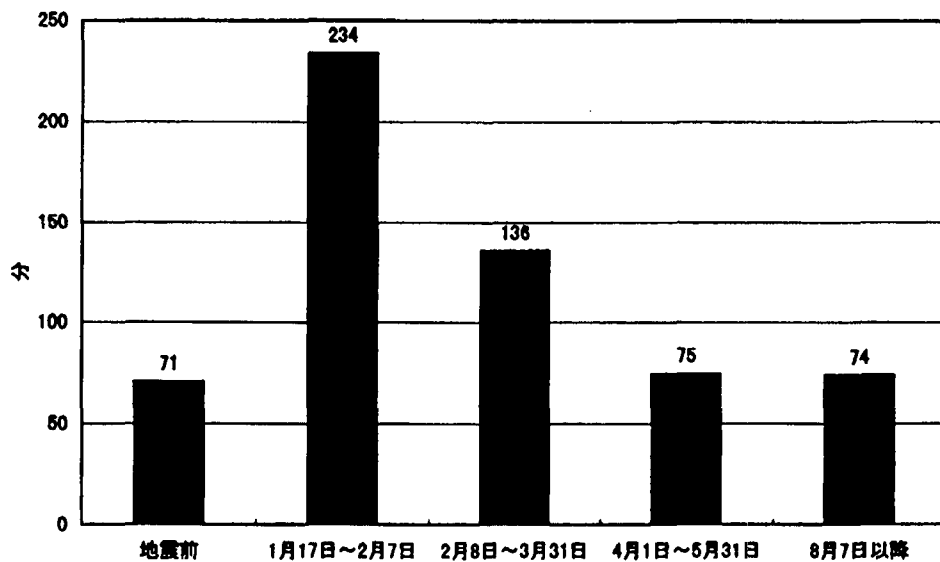


図-4.3.3 明石市から大阪市への通勤交通手段の時系列的变化 (サンプル数:8)

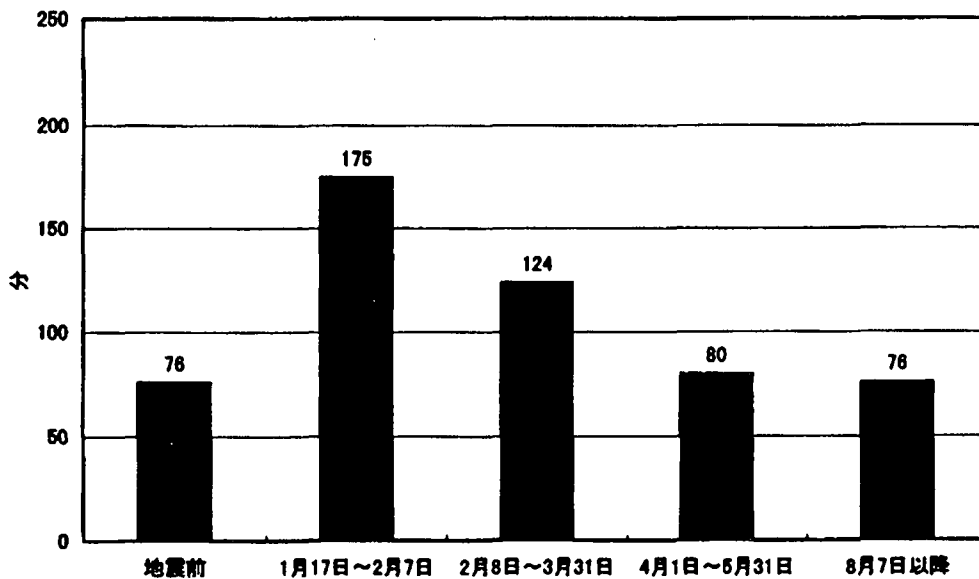


図-4.3.4 神戸市須磨区から大阪市への通勤交通手段の時系列的变化 (サンプル数:15)

この他、被災地のいくつかの地域として中央区、灘区、西宮市から大阪市までの所要時間の時系列的変化を図-4.3.5~7に示す。大阪に近づくにつれて復旧期の所要時間の増加傾向が減少する。

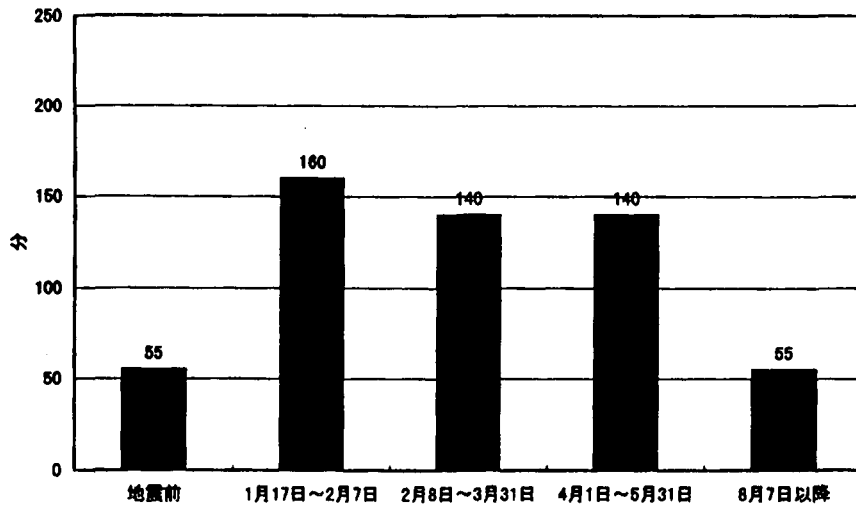


図-4.3.5 西宮市から大阪市への通勤交通手段の時系列的変化 (サンプル数:48)

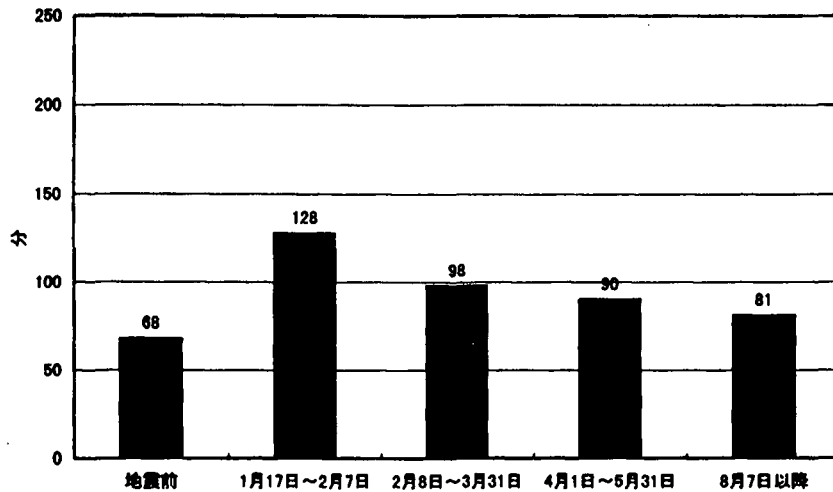


図-4.3.6 三田市から大阪市への通勤交通手段の時系列的変化 (サンプル数:10)

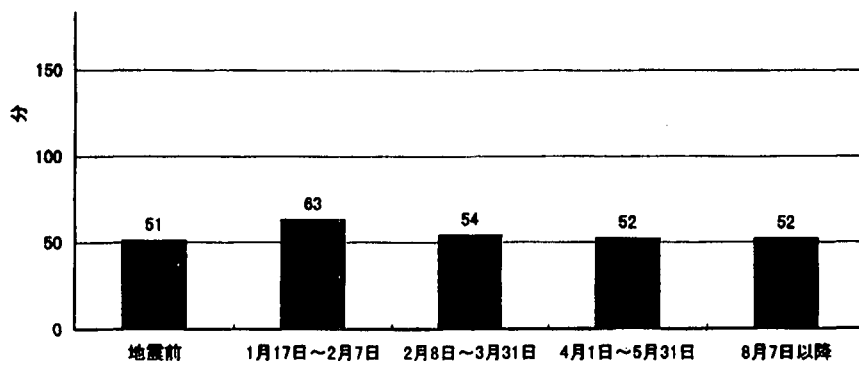


図-4.3.7 川西市から大阪市への通勤交通手段の時系列的変化 (サンプル数:7)

### (5) 勤務先到着目標時刻の変化

(3) で述べたように、通勤所要時間は大幅に増加した。その結果自宅出発時刻が大きく変化しているが、図-4.3.8に示すように、一方で勤務先到着目標時刻に大きな変化が見られないのが特徴である。この図から判断しても、通勤者が勤務時刻に間に合うように懸命に通勤交通行動を行ったことが明らかとなった。

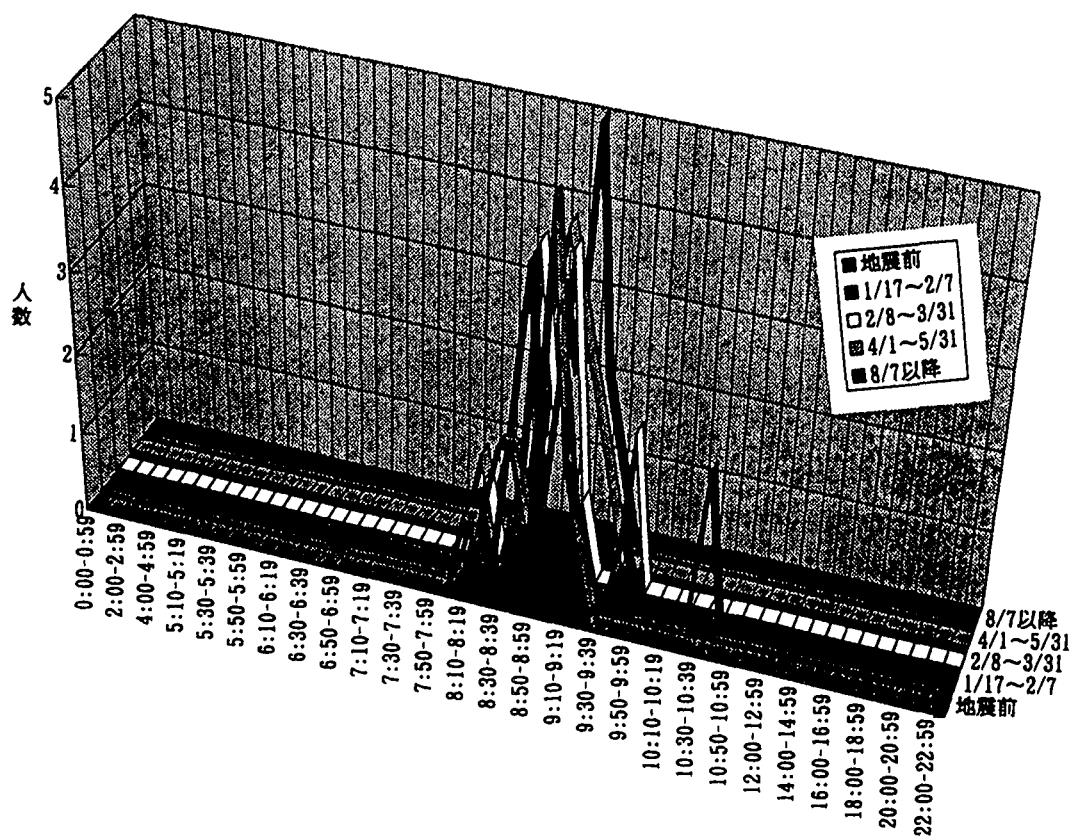


図-4.3.8 神戸市須磨・垂水区から通勤先到達目標時刻の時系列的変化 (サンプル数:18)

### (6) 地震後の交通情報と交通規制について

アンケート項目「D. 交通情報と交通規制」では、『情報の入手の有無』『情報によって交通行動を変えた経験』『必要な交通情報』『交通規制で受けた影響』『交通規制の程度の妥当性』『規制導入の時期の妥当性』等であった。交通情報と交通規制に関しては、多くの人々が交通情報を入手し、図-4.3.9に示すように、交通手段や経路、出発時刻を変更している。中には、交通を取りやめた人も存在している。図-4.3.10では役に立った交通情報を、図-4.3.11では必要だった交通情報を示している。道路に関する情報へのニーズが高いが、この内訳は、『交通規制の程度』『渋滞の程度』『通行止め箇所』『通行可能ルート』『所要時間』等であり、中には情報提供の段階以前の情報の取得そのものが困難であったと思われる項目があり、これらが今後の交通システム管理の課題である。

図-4.3.12は、交通規制によって自身が受けた影響を示している。このうち被災地内では、『復旧復興活動の際の移動がしにくくなった』と『復旧復興活動の際の移動が改善された』との相対立する回答が見られる。同時に、『仕事に』『買い物等に自動車を利用しなくなった』との回答があり、自動車利用削減効果が認められる。また、交通規制に対する意見分布は図-4.3.13に示すように、『より強力な規制が望ましかった』とする意見が被災地と被災地外とで共にきわめて多かった。『適切であった』『もっと緩やかな規制が良かった』とする意見も存在するが、その割合が被災地外よりも被災地内で多かった点が回答の特徴であった。この被災地内における交通規制に対する不満をさらに調査した事例は、松村・新田・西尾<sup>5)</sup>による調査研究がある。交通規制導入時期に関しては、図-4.3.14に示すように、『地震直後から実施すべき』が最も多い。

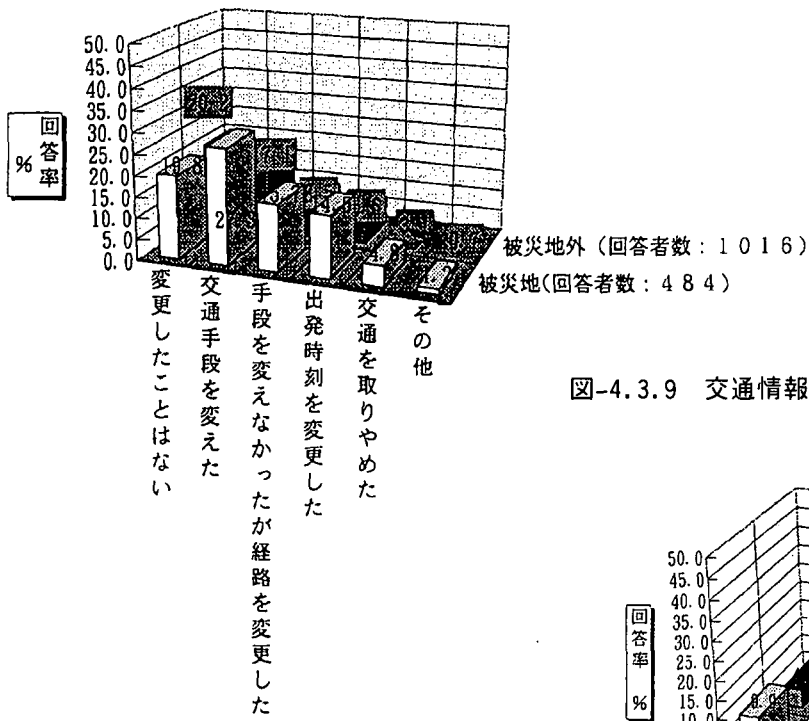


図-4.3.9 交通情報を聞いて交通の予定を変えた経験 (複数回答可能)

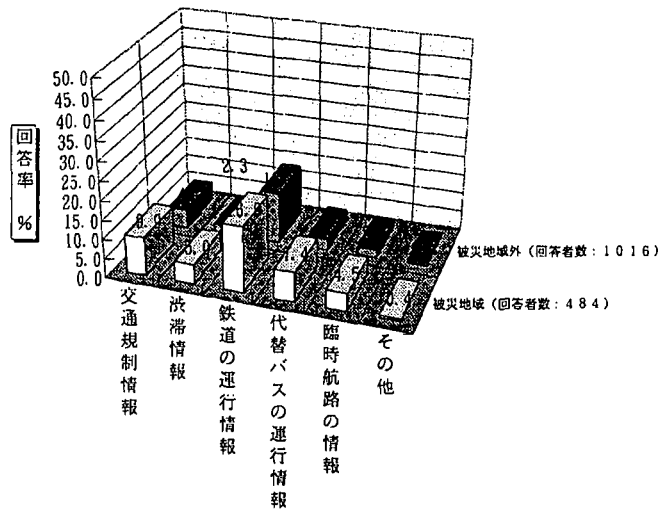


図-4.3.10 役に立った交通情報

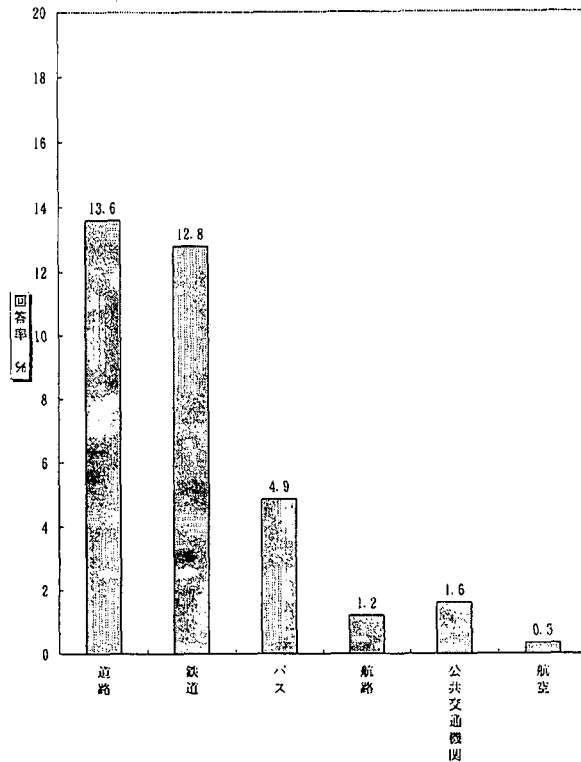


図-4.3.11 地震後必要な交通情報 (回答者数: 1500 (自由回答方式))

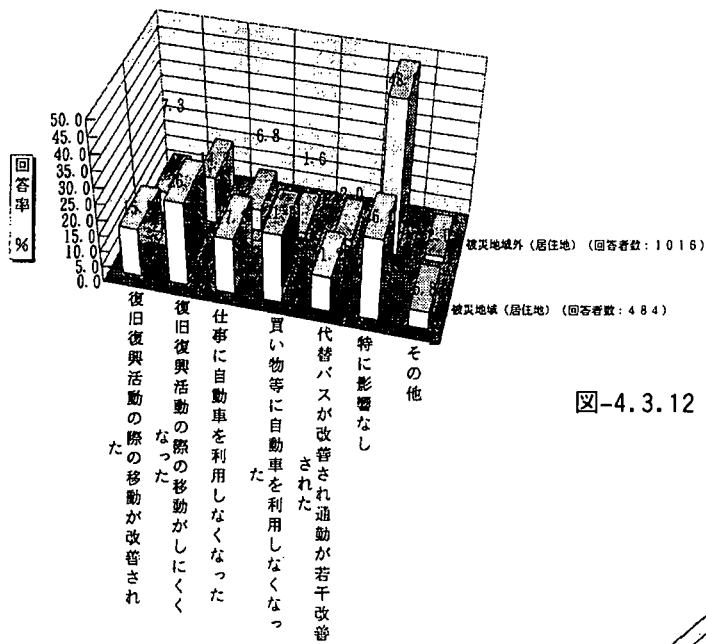


図-4.3.12 交通規制により自身が受けた影響

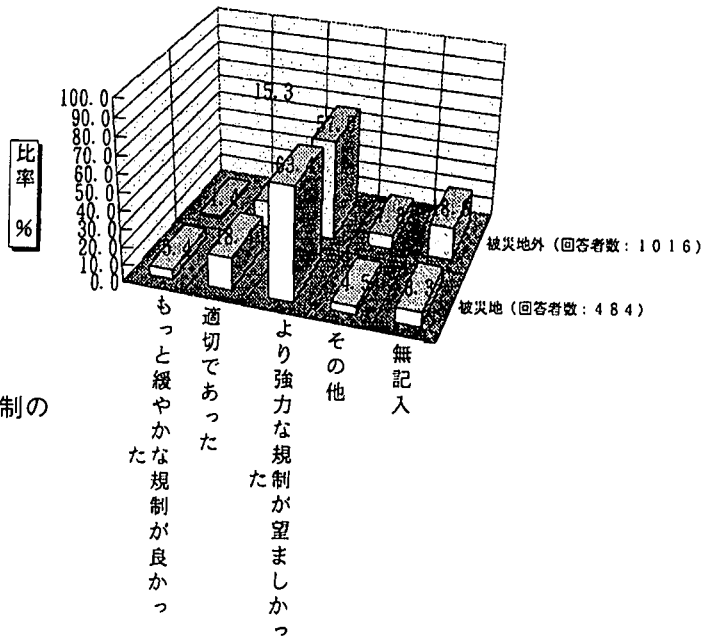


図-4.3.13 地震後実施された交通規制の程度に関する意見

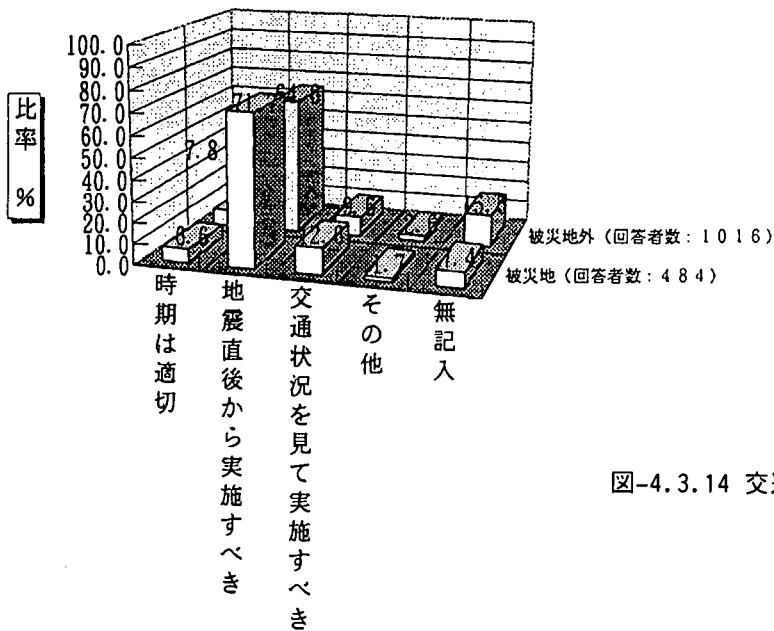


図-4.3.14 交通規制導入の時期に関する意見

#### (7) おわりに

この災害時の交通システム危機管理は、今回の震災における盲点であった<sup>6)</sup>。地震の発生直後から復旧過程に至るまで、規制・運用・情報提供を含む総合的な交通システム危機管理計画の構築が重要である。この危機管理計画は、震度別、発生時刻別、地域別、対策シナリオ別に策定されることが必要で、さらに時系列的（地震直後、その日の夕方まで、翌日、2～3日後、...）に構築される必要がある。例えば、震度が一定以上であれば、当該自治体のマンパワーは救急・救出活動で手一杯となることを想定して、周辺自治体での通行規制を含む後方支援体制が必要となろう。重要なことは、対策の相乗効果を高めるために一連の危機管理対策はパッケージとして提供すること、規制をしたら迅速に利用者に知らせることである。また、いくら詳細に危機管理計画を策定しても限界はあるから、臨機応変な対応を可能にするため、対策の主旨（マニュアルに載っていないでも対応できる）を明記すべきである。危機管理計画の策定においては、行政の緊急対応の仕方を市民に知らせるべきであり、市民側で対応すべきことも知らせる必要がある。

## 参考文献

- 1) 能島暢呂・亀田弘行:居住生活支障を考慮したライフライン系の地震時機能障害の評価法、地域安全学会第2回研究発表会論文報告集、pp.51-60、1992年5月。
- 2) 能島暢呂・亀田弘行・林春男:地震時のライフライン機能障害に対する利用者の対応システムを考慮した生活支障の評価法、地域安全学会第3回研究発表会論文報告集、pp.195-202、1993年5月。
- 3) 能島暢呂・亀田弘行・林春男:地震時ライフライン機能障害による生活支障の評価、一アンケート調査に基づく考察一、地域安全学会第4回研究発表会論文報告集、pp.251-259、1994年9月。
- 4) 能島暢呂・林春男・亀田弘行:地震時ライフライン機能障害による生活支障の定量的評価モデルの開発第9回日本地震工学シンポジウム、pp.2215-2220、1994年12月。
- 5) 松村暢彦・新田保次・西尾健太郎:震災時の交通規制に関する住民意識について、平成8年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集、pp. IV -72、1996。
- 6) 若林拓史:阪神淡路大震災における道路網連結信頼性と確率重要度による重要区間の評価、土木計画学研究・論文集、No.13、pp.391-400、1996。