

# 阪神・淡路大震災における西宮市の都市施設の 被害と復興の総合分析のための GIS 利用

岩井 哲<sup>1</sup>・亀田弘行<sup>2</sup>・碓井照子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 工博 京都大学助手 防災研究所総合防災研究部門 (〒611 京都府宇治市五ヶ庄)

<sup>2</sup>フェロー 工博 京都大学教授 防災研究所総合防災研究部門 (〒611 京都府宇治市五ヶ庄)

<sup>3</sup>非会員 文修 奈良大学助教授 文学部地理学科 (〒631 奈良市山稜町1500)

西宮市を対象として、1995年兵庫県南部地震による都市災害の複雑な様相を GIS(地理情報システム)上に展開することにより、物理的災害事象の時空間的特性を定量的に考察し、それらと機能的復旧過程や緊急対応過程との関連を横断的・総合的に把握した。ライフライン・建物などの物理的な被害データ、上水道管路・道路などの都市基盤データ、地形や地質などの自然データ、ライフラインの復旧や避難所などの都市機能と緊急対応に関わるデータなどを収集して GIS 上で統合して、ライフライン・建物の被害の相互の関連や地形・地質条件などが被害に与えた影響、被害の要因を調べた。また自治体や学会による建物被災度評価と建物撤去の実態との比較、避難所での避難者数の推移とライフラインの復旧過程との関連などの考察を行った。

**Keywords:** Hyogoken-Nambu earthquake, urban earthquake disaster mitigation, Geographic Information System, damage analysis, Nishinomiya city

## 1. はじめに

本研究は、建物被害、ライフライン被害などの物理被害項目、地盤変状、地震動などのハザードの項目、地形・地質条件、地盤条件、都市化の進展度などの環境項目、ライフラインの復旧過程、瓦礫撤去の経過、避難所での避難者数の推移などの災害対応項目などの各項目相互の関連について分析するとともに、物理的な災害事象の時空間的特性の定量的把握、ならびに機能的復旧過程や緊急対応過程との関連の把握を目指すものである。ここでは西宮市を対象として、1995年兵庫県南部地震による都市災害の複雑な様相を GIS(地理情報システム)上に展開して分析した。

## 2. 西宮市の地形区分と上水道被害

西宮市の地形・地質区分として、図1のように六甲花崗岩や甲山安山岩が卓越する「山地」、大阪層群とこれを覆う中段段丘、高位段丘が卓越する「丘陵地」、沖積層が広がる「沖積平野」、臨海部における地形を、ボーリングデータを基に地盤の軟弱さを示す Sn 値<sup>1)</sup>の違いによって区分し、「埋め立て地」と「臨海部軟弱地盤地帯」とした。上水道配水管被害と給水管被害の分布をそれぞれ図2, 3に示す。先の地形図を基にして、町丁目ごとの代表地形を「山地」・「丘陵地」・「宅造地」・「沖

積平野」・「臨海部軟弱地盤地帯」・「埋め立て地」の6つに分類した。ここで「宅造地」とは丘陵地と沖積平野の境界部の込み入った地域で、宅地造成を行ったと考えられる地域を示している。

配水管被害率を、各町丁目の配水管の総延長距離に対する被害件数の比で、また給水管被害率を、各町丁目の給水管の開栓装置数に対する被害件数の比でそれぞれ表した。地形条件別に配水管と給水管の被害率の町丁目数割合で表した結果を図4に示す。宅造地は、配水管・給水管とも広い範囲で甚大な被害を受けている。給水管ではほぼ100%に近い範囲で何らかの被害を受けており、配水管では被害ありの町丁目数割合が80%を越えている。宅地造成をする際に行われる地形改変で、特に盛土が被害に影響していると考えられる。埋め立て地では、配水管に継手付きダクタイル鉄管の耐震管が使用されていることが被害減少に役立っている。一方、給水管には耐震性の低い硬質塩化ビニル管が用いられ、配水管被害ありに比べて給水管被害ありの範囲が約2倍と差が大きくなっている。配水管と給水管の被害の分布が全体的に類似していること、配水管被害率の高い町丁目の周辺に給水管被害率の高い町丁目分布していることが認められた。

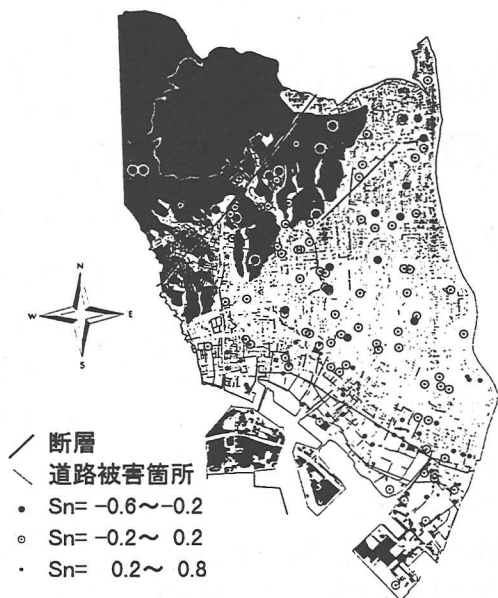


図1 西宮市の地形・地質分類

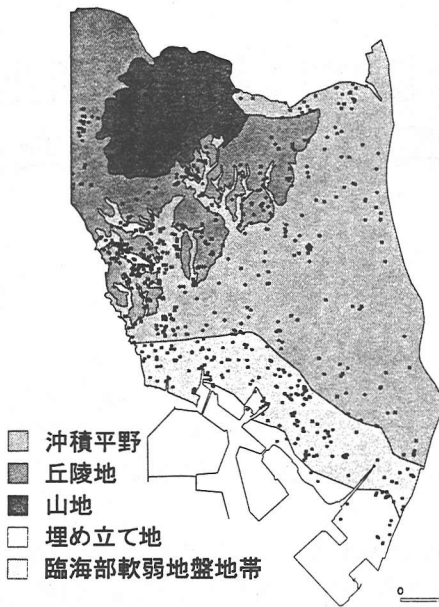


図2 配水管被害と地形区分

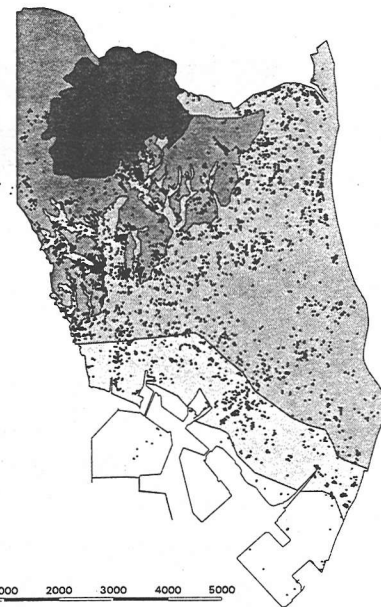


図3 給水管被害と地形区分

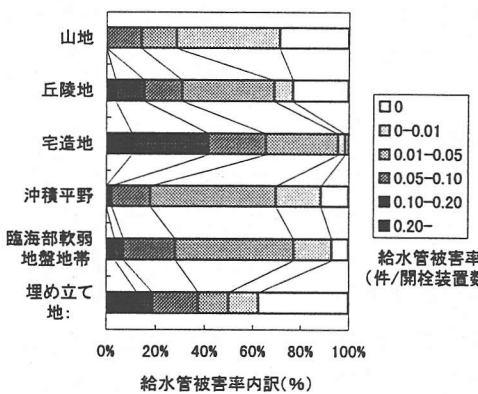
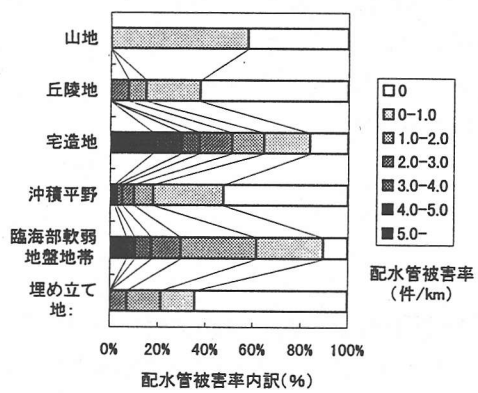


図4 代表地形による配水管・給水管被害率

表1 西宮市による建物被災度判定結果

	建物件数	全壊棟数	半壊棟数	一部破損棟数	無被害棟数
木造	67,698	22,842	14,918	29,938	0
コンクリート系	35,539	2,083	6,129	27,327	0
鉄骨系	9,557	1,059	1,999	6,499	0
その他の構造	11,514	777	997	9,740	0
計	124,308	26,761	24,043	73,504	0
消防庁調べ住家被害 (平成7年5月現在)	68,157	19,550	16,307	32,300	-

表2 家屋被災に関する西宮市・学会の調査と復興調査データの比較

		奈良大学復興データ 1996年7月 時点				計
		撤去後の更地	仮設建物	新築建物	変更なし	
西宮市 被災度判定	レベル					
	全壊	144	16	39	214	413
	半壊	1	1	0	90	92
	一部破損	3	3	0	62	68
	家枠対応情報なし	109	14	12	295	430
	計	257	34	51	661	1003
		奈良大学復興データ 1996年7月 時点				計
		撤去後の更地	仮設建物	新築建物	変更なし	
都市計画学会 建物被災度	レベル					
	全壊・大破	164	27	32	126	349
	中程度の破損	54	3	10	113	180
	軽微な損傷	28	3	5	229	265
	外見上被害なし 判定なし	5	1	1	100	107
	計	257	34	51	661	1003

次いで多く 29%、軽量鉄骨を含む鉄骨造建物は 8%となっているが、被害割合は鉄骨造が 2 番目に高い。

### 3. 家屋被災状況

西宮市から提供された建物被災データ(表1)によると、入手した独立建物の棟数は 124,308 棟である。建物の棟数は、全壊 26,761 棟(全棟の 22%)、半壊 24,043 棟(同 19%)、一部破損 73,504 棟(同 59%)で、西宮市の判定では「無被害」はない。木造は 67,698 棟で(全建物数の 54%)、全壊・半壊を合わせた被害棟数はその木造全数の 56%で過半数を占める。建物棟数は鉄筋コンクリートと鉄骨鉄筋コンクリートを含むコンクリート系が

建物の全壊・半壊・一部破損の棟数と被害率について構造別に、建設年毎に区切って図5に表示した。木造においては、1960年代・1970年代の、建てられてから 20~30 年程経ったものが量的にやや多く、築後 40 年から 50 年を経た古い建物も他の構造に比べると数多く存在する。被害率は 1960 年あたりまで古い建物ほど線形的に高くなる傾向が認められる。1970 年以前の建物では全壊・半壊の被害割合が 65%以上と極めて大きい。鉄筋コンクリートや鉄骨鉄筋コンクリート構造などの

コンクリート系建物の棟数は1981年の新耐震設計以前のものが60%あり、その中でも1970年代が42%と多数を占める。被害は古い年代の建物に多い傾向があるものの、1960年代に建設されたものが相当に高い全壊率を示すことは、注意が必要である。1970年代では、半壊は相当多いが、全壊は減っており、新耐震設計以後のものは全壊が1%以下と極めて小さいことがわかる。軽量鉄骨を含む鉄骨造では、1960年以前の建物の棟数が極めて少ないことを考慮すべきであるが、コンクリート系建物とよく似た傾向を示し、特に1960年代の鉄骨造建物で半壊以上が過半数を占めるのが目立っている。

比較的被害の大きかった阪急西宮北口駅の北東側にある北口町・高木西町の2町(図6)について、西宮市の家屋被災判定と、日本都市計画学会関西支部ならびに日本建築学会近畿支部都市計画部会の合同による「震災復興都市づくり特別委員会」(以下、学会と称する)の外観目視に基づく建築物被災度データ<sup>2)</sup>、そして奈良大学地理学科防災調査団による倒壊家屋の瓦礫撤去と仮設・新築家屋建設状況データ<sup>3)</sup>の3者をGIS上に展開し、相互分析を行った。北口町と高木西町に範囲を限定した1,003戸の個々の建物で見ると、表2に示すように復興調査に基づく、撤去された家屋は

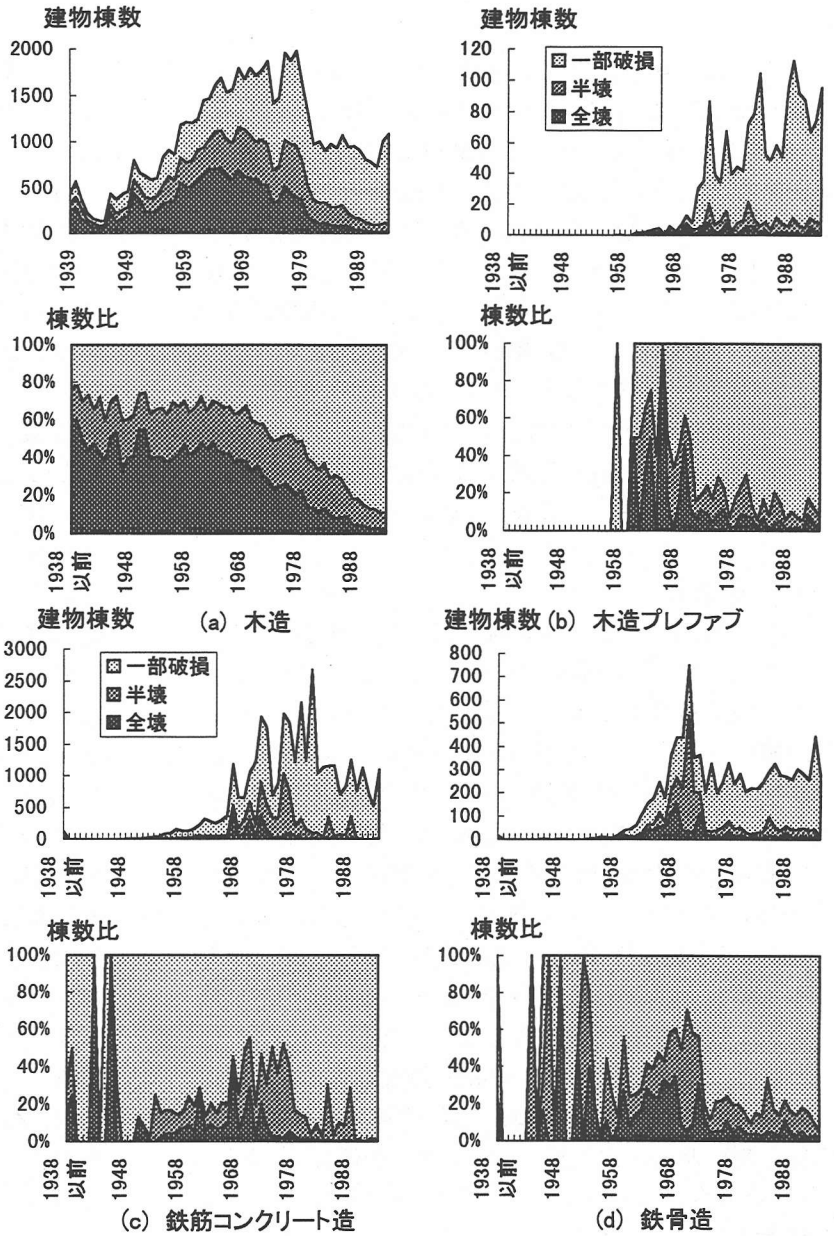


図5 建設年別建物被害



図6 北口町・高木西町の家屋撤去・新築状況

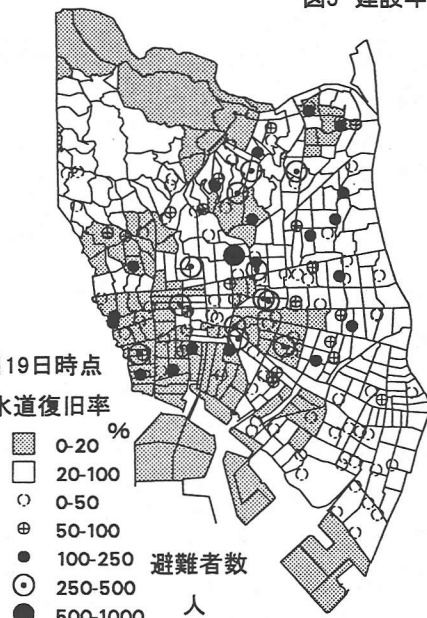


図7 上水道復旧率と避難所人数分布

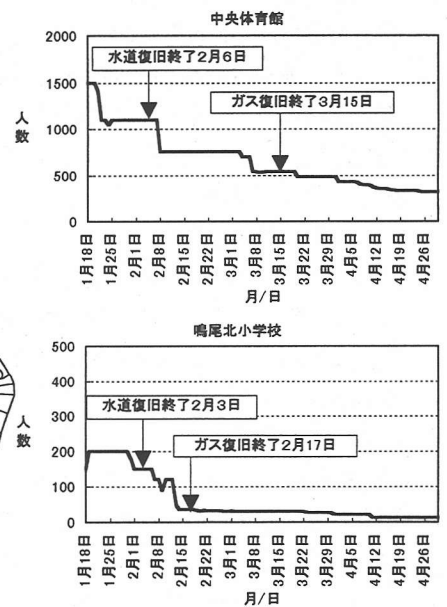


図8 避難所人数の時系列推移

撤去・仮設・新築を併せて342件で、学会の外観目視により全壊相当と判定された数349件に近い。それに対して西宮市の判定した全壊家屋数は413件とやや多い。西宮市の判定で「全壊」とされた家屋の48%が1996年7月時点で撤去されていたが、残りの半数は撤去がなされていなかった。一方、学会による外観調査で「全壊・大破相当(ランクC)」と判断された家屋の撤去率は64%と高い。外観上明らかな損傷のある建物が撤去された場合が多く、撤去を必要とする大きな被害は外観調査結果によるもので十分な対応があると考えられる。一方、学会調査で「中程度」もしくは「軽微」な損傷と判定されていた建物が、撤去されたケースも23%あった。

#### 4. 避難所

西宮市における避難所の種別は、①地域防災計画で定められた指定避難所と緊急一次避難所、および②その他の避難所からなる。①には主として小中学校や公民館が充てられているが、②は公民館などの公的施設から個人の住宅まで様々である。今回の震災では、①と②がほぼ同数であったことが特徴的であり、防災計画の量的な再検討が迫られている。避難所の利用は家屋の損壊、ライフラインの途絶など、種々の要因によって起こっている。西宮市の避難所数のピークは1月20日の194箇所であり、避難者数のピークは1月19日の44,351人であった。避難者数は震災後徐々に減少しており、震災後約1週間が一時的な避難の多かった時期となっている。各避難所における平均滞在日数は約40日であり、避難所の規模(人数)と比例関係にあった。

建物の全壊率が高い地域には、避難者数の多い避難所が多い。またライフラインの途絶と復旧が避難所への出入りを促す面もあると考えられる。図7に2月19日現在における避難所における被災者数と、その時点における上水道の仮復旧の状況を重ねて示した。建物の全壊率が比較的低い南部の海岸付近や北西部の丘陵地部では、上水道の復旧とともに避難者数が減少しているようにも見られる。

上水道とガスそれぞれのライフラインの復旧状況と避難所の使用状況の推移とを時系列上で重ね合わせた(図8)。復旧完了後5日以内に避難者数が減少した避難所の数が上水道の場合で約30%、ガスの場合で約20%見られることは無視できない。このような避難所の分布からは明らかなライフラインとの関係は見られないが、他の要因と絡んでいるためライフラインの直接的な影響が出ていない可能性もある。こうした側面を詳細に検討すること、ならびに住民の意識調査等により、ライフラインの復旧戦略に関わる有用な知見が得られると考えられる。

#### 5. まとめ

西宮市の地盤・建物・ライフラインならびに避難所などの都市施設被害・復旧に関するデータを収集し、GISを用いて相互の関連を調べた結果は次の通りである。

- 1) 宅造地は、配水管・給水管とも広い範囲で甚大な被害を受けた。宅地造成をする際に行われる地形改変(特に盛土)が被害に影響していると考えられる。配水管と給水管の被害の分布が全体的に類似していること、配水管被害率の高い町丁目の周辺に給水管被害率の高い町丁目が分布していることが認められた。
- 2) 建物被災度について、西宮市判定・外観調査(都市計画学会)・撤去調査(奈良大学)による被害判定状況を比較した。西宮北口町・高木町の1003戸を調べた結果では、西宮市の判定で「全壊」とされた家屋の48%が1996年7月時点で撤去されていたが、残りの半数は撤去がなされていない状況であった。一方、学会による外観調査で「全壊・大破相当(ランクC)」と判断された家屋の撤去率は64%と高い。外観上明らかな損傷のある建物が撤去された場合が多く、撤去を必要とするような被害は外観調査結果によるもので、十分な対応があると考えられる。
- 3) 建物の全壊率が高い地域には、避難者数の多い避難所が多い。一方、上水道とガスの復旧完了日後5日以内に避難者数が減少した避難所の数が、全数に対して、上水道の場合で約30%、ガスの場合で約20%見られた。ライフラインの途絶と復旧が避難所への出入りを促す面もあると考えられる。

#### 謝辞

本研究は奈良大学文学部地理学科に在学していた岩本淳・福田博一・前川佳奈子の諸君の卒業研究として取り組まれた。本紙上を借りて深甚の謝意を表す。またデータ提供にご協力頂いた西宮市の関係各位に厚く御礼申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 亀田・神田・杉戸(1990): 震害要因とその経年的影響に基づく上水道の耐震健全度評価, 構造工学論文集, Vol.36A, pp.813-825.
- 2) 震災復興都市づくり特別委員会(1995): 阪神・淡路大震災被害実態緊急調査/被災度別建物分布状況図集.
- 3) 碓井(1996): GISによる阪神・淡路大震災の時系列災害データベースの作成と復興過程の分析, 『平成7年兵庫県南部地震の被害調査に基づいた実証的分析による被害の検証』, 平成7年度文部省科学研究費(総合研究A; 藤原悌三代表)研究成果報告書, pp.5-96~5-104.