

生活実態調査から見た上下水道施設の復旧工事、復興計画の方向

立命館大学理工学部 山田 淳*

立命館大学大学院 橋本将明**

地震によって上水道や下水道の施設が大きな被害を受け、また、電気やガスなどの供給もストップした震災発生後、市民生活での水利用がどのような状況におかれ、緊急救援体制や復旧工事の進捗によってどのように変化したのか、自宅居住者を対象にヒアリングによる実態調査をおこなった。その結果、雑用系用水が生活系用水に優先して必要とされていることなど、いくつかの興味ある結果を得た。これらの結果を用いて必要とされる水量を段階別に設定し、今後の復旧工事のあり方と復興計画の方向性について提案を行なった。

1. はじめに

未曾有の規模となった阪神・淡路大震災において上下水道施設も大きな被害を受けた。とくに、断水による消火用水不足と長期に渡る生活の不便は、あらためてその重要性を認識することとなった。しかしながら、図-1に例を示すように、都市ガスの不通による調理、風呂利用の困難さは上水道需要を抑制し、排水量の減少によって下水道による環境影響を軽減させるなど、結果として、社会問題としてのインパクトを弱める方向となった。ここでは、震災後の市民生活における水利用の実態を、復旧工事と関連づけながら調査し、今後の復旧工事のあり方、復興計画の方向づけを検討した。

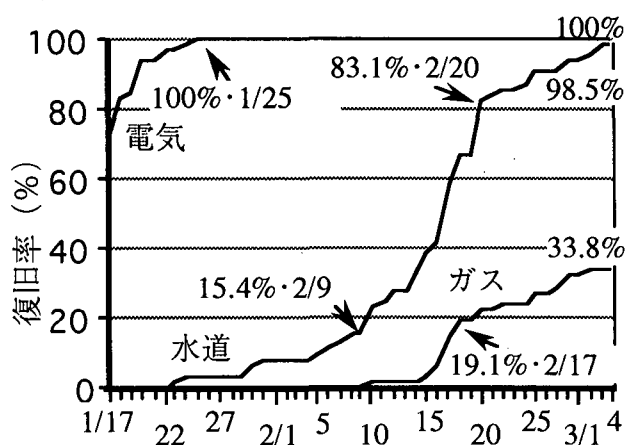


図-1 ライフラインの復旧状況 (芦屋市)

2. 上下水道施設被害の特徴

(1) 上水道施設

用水供給事業である阪神水道企業団の水が大きな比重を占めている被災都市では、水源、導水、浄水施設が震度6、7の地域になかったことや、送水施設の被害も比較的少なかったため、施設の大半が数日以内に仮復旧し、少なくとも供給拠点である配水池までは、供給できていた。しかし、自己水源による施設や配水管は大きな被害を受け、破損箇所の同定も困難であったため、復旧に着手するのに2週間、ほぼ復旧するのに6週間と長期間を要した。また、集合住宅等の受水槽による供給先では、民地内の給水管、タンク、ポンプなどの破損により、さらに復旧に時間を要した。

(2) 下水道施設

下水道管きよは自然流下方式であるため被害状況が分かりにくく、水道施設が復旧してから発見された例も多い。管きよの場合、比較的深度のある幹線の被害が少なく枝線やマンホール周辺に多かった。また、地盤、管種、継ぎ手による差も大きかった。最も被害の多かったのは、建物部分と道路部分をつなぐ排水設備であった。破損箇所からの地下水の流入によって汚水量が増えた例がみられる。逆に、地下へと流出し地下水の汚染につながった例もあると思われるが明確でない。処理場は、神戸市の東灘処理場が壊滅的な被害になった他は、機能的に大きな被害が出た例はない。しかし、なにより下水道の重要性が認識されたのは、避難所でトイレが不足したこと、断水で水洗トイレが十分使えなかったことである。

キーワード：水利用，ライフライン，実態調査

* 立命館大学理工学部，0775-61-2743

**立命館大学大学院理工学研究科，0775-61-2804

3. 水利用生活実態調査

調査は、表-1に示すように、調査時点における「自宅」または「仮設住宅」の居住者を対象とし、芦屋市では3月、神戸市では4月に、ヒアリングによっておこなった。

調査項目と内容は表-2に示す通りである。とくに、「水の確保方法とその水量」、「水の使用目的とその水量」を上水道復旧までの「断水期間」の経過とともに調査することを目的とした。加えて、「トイレの使用状況」についても調査した。このうち、給水復旧までの「断水期間」については、表-3に示すように、供給状況によって3段階に分けた。

表-1 調査概要

調査地域	芦屋市、神戸市（東灘区、中央区、長田区）
調査日時	平成7年3月4日、4月29、30日
調査内容	地震発生から水道復旧までの被災者の水利用行動（確保方法、確保水量、使用目的など）について
調査対象	自宅または仮設住宅在住者（調査時点）
調査方法	調査員によるヒアリング

表-2 調査項目と内容

調査項目	調査内容
生活拠点	地震発生後から現在までの生活拠点について
断水期間	水道の仮復旧、完全復旧までを3段階に区分
水の確保方法	市販水、井戸水、給水車など
確保水量	1回あたり水量、運搬回数など
水の使用目的	飲料系（飲料、調理）、生活系（洗濯、風呂手洗い）、雑用系（トイレ、掃除）
使用水量	1回あたり水量、利用回数など
トイレの使用状況	トイレ使用の可、不可と水洗トイレのフラッシュ用水の確保

表-3 給水復旧の3段階

段階	
第1段階（混乱期）	停電、断水などのため被災者が自力で飲料水確保に努力した期間
第2段階（緊急救援期）	電気が復旧し、給水車等での飲料水の供給体制の整いつつあった期間
第3段階（安定救援期）	救援活動が定着し、水道の仮復旧や給水車の派遣によって安定した供給体制が整っていた期間

表-4 調査件数

総調査件数	406件				
地域別件数	芦屋市	東灘区	中央区	長田区	仮設住宅
	69	120	70	88	59
震災後居住件数	372件（一戸建て227件、集合住宅95件）				

4. 調査結果

(1) 生活拠点

調査件数は表-4に示す通りであり、生活拠点の内訳を図-2に示す。約半数で生活拠点が変わっている。このうち、「断水」時に自宅に居住していなかった8.4%については分析から除外した。

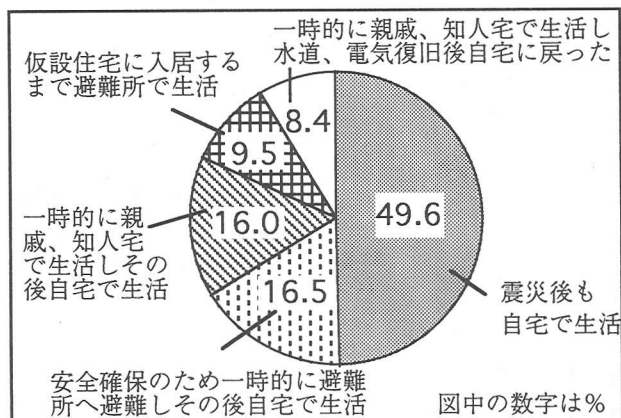


図-2 震災発生後の生活拠点

(2) 水の確保

必要な水の確保方法について、使用用途別、復旧までの段階別に図-3に示す。飲料水としての「市販水」、「給水車」については、給水車の体制確立に伴って「市販水」の比率が低くなっている。また、非飲料水ではあるが、「井戸水」、「漏水」、「河川水」をはじめ、可能な限り多様な水を確保していたことがうかがえる。さらに、飲料系での使用に非飲料水が使われていたこと、雑用系での使用に「再利用」が行われていたことが注目される。

こうして確保された水を1人あたりの水量に換算してまとめたものが図-4である。ヒアリングでの概略値からの推定であるため厳密ではないが、50%値でみて、第1段階ではわずか10ℓ、第3段階でも20数ℓにとどまっている。また、一部の人達（18%値）は第3段階でも10ℓ程度しか確保していない。このことは、都市ガスの不通で調理、風呂用水をあまり必要としなかったこと、水の運搬が最終的には人力であったことなどに依るものと思われる。いずれにしても、日常の1割程度の水量で長期間生活をしていたということであり、逆に、どんな状況にあっても10ℓ程度の確保は必要であるということでもある。

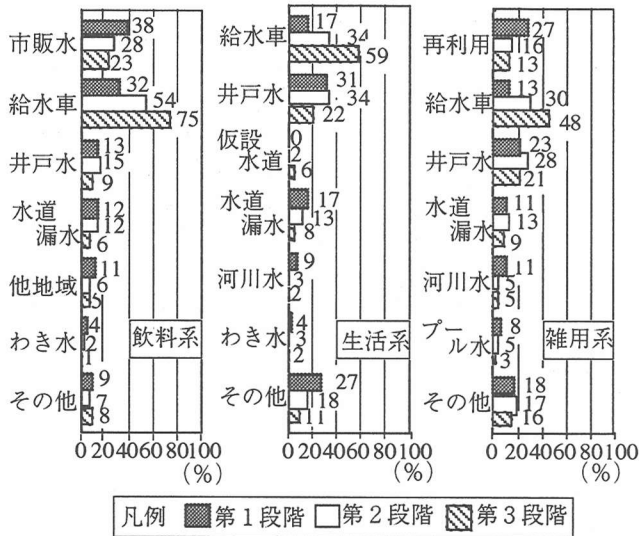


図-3 水の確保方法 (複数回答)

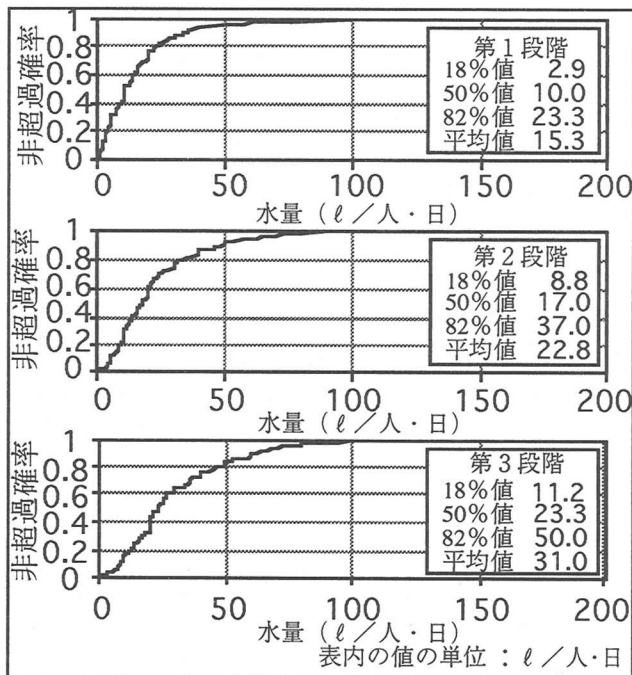


図-4 1人あたり確保水量

(3) 水の使用

使用目的によって水の確保手段が若干異なることは図-4からも明らかであるが、使用水量については明確でなく、概略把握できた分のみを図-5にまとめた。飲料系と雑用系の使用水量が多く、生活系がかなり少ない。飲料系は、確保困難であった第1段階でも7ℓとなっており、備蓄基準の3ℓを上まわっている。また、第1段階から雑用系として水洗トイレ用水の確保が重要であったことがわかる。生活系では、洗濯が多量の水を必要とすることから回数減と域外利用で対処し、風呂が域外利用に頼ったことがわかる。

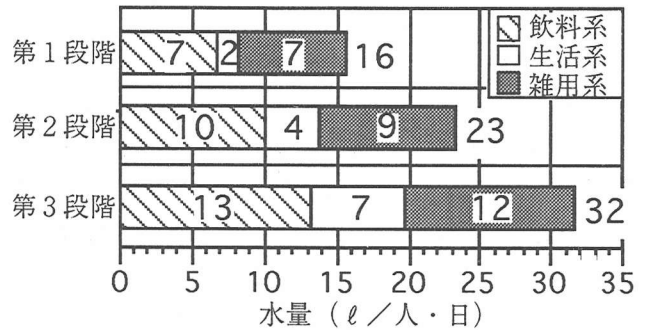


図-5 使用目的別平均水量

(4) トイレの使用

トイレの使用が困難であったのは、第1段階の避難所のような設備の不足、排水管の破損などによる排水不能、フラッシュ用水不足による排水困難と目詰まりなどが原因である。図-6にトイレの使用状況を示し、図-7にフラッシュ用水の確保方法を示す。大半は、実際に気づかない漏水があったとしても、排水機能に支障はなかったとしており、フラッシュ用水を最低限確保して使用していたことが分かる。フラッシュ用水については、給水車、再利用、井戸水、プール水、河川水が使われており、その水量は、通常の1回分を1日分として使用している。

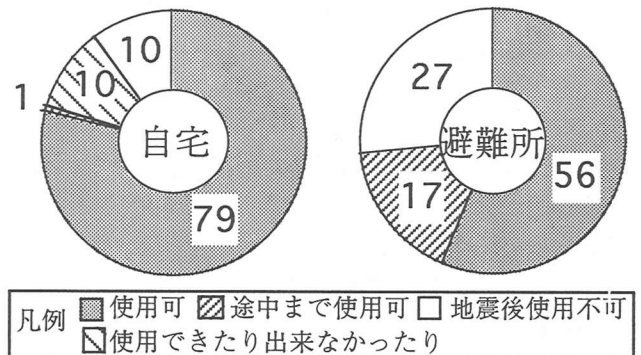


図-6 トイレの使用状況

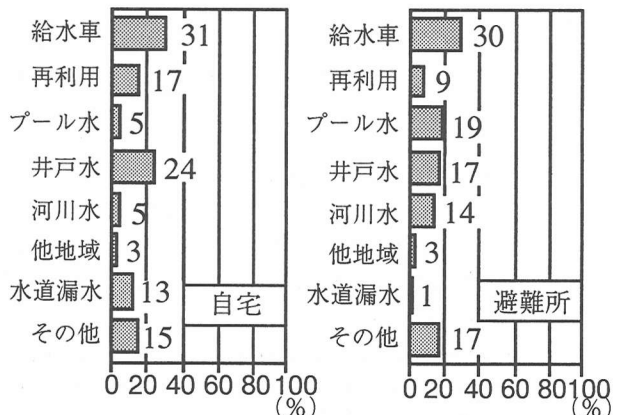


図-7 トイレ用水の確保方法 (複数回答)

5. 復旧、復興計画

(1) 計画給水目標

今後、同一地域に今回と同程度の地震があった場合、上記の調査結果、今後の上水システムの耐震化を考慮すると、表-5のような計画給水目標が考えられる。第1段階は備蓄により飲料系用水を供給し、併せて井戸水、河川水などにより生活系、雑用系用水を確保することになる。第2段階は給水車の体制と給水拠点を整備し1週間の範囲内で必要水量を供給する。第3段階は3週間を限度として仮復旧等さらにきめの細かい給水拠点を整備して供給し、機能面での完全復旧をはかる。必要水量が第3段階でも40ℓと少ないのは、有圧の各戸内給水が復活しない限り、運搬の困難さから頭打ちになると考えるからである。また、水道以外からの供給については、水道事業と市長部局が協議して具体的な確保方法を予め定めておく必要がある。

表-5 計画給水目標の設定

復旧段階	目標期間	必要水量	水道による供給	水道以外の利用
第1段階	～3日	10	3	7
第2段階	～7日	20	10～20	10～0
第3段階	～21日	40	20～40	20～0

表内の数字の単位：(ℓ/人・日)

(2) 計画排水予測

計画給水量とその使用目的によって汚水発生量の推定ができる。管さよの破損や処理場の処理機能低下で水質汚濁が予想される場合には、給水制限や排水の臨時規制が必要となる。

(3) 施設の耐震化目標と方策

施設の耐震化には破損しないような強い施設づくり、応急復旧や本復旧が速やかにできる施設づくり、対応体制づくりの3つのアプローチがある。その目標、方策、内容の例を表-6に示す。

表-6 耐震化の目標と方策

目標	方策	内容
災害に強い施設づくり	・施設耐震化	地盤条件(断層、軟弱)管材料、耐震継手
	・バックアップ強化	水源連絡管、ブロック化複線化、ネットワーク化
早期復旧可能な施設づくり	・応急給水対策	緊急貯水槽、給水車
	・応急排水対策	緊急給水栓、市民備蓄
	・復旧対策	マニュアル化
対応体制の確立	・組織化	広報、職員配置、被害調査

(4) ライフライン相互で考慮すべき事項

a) 下水と上水

上水道に被害があり使用水量が減少すると下水道への流入水量が減少し水質も変化する。逆に、下水道に被害があり、汚水が流れなかったり水質汚濁のおそれがある場合には、水道の給水制限や下水道流入汚物の別途収集の必要が出てくる。

b) 上水とガス

都市ガスの不通に対する代替策がなかったため水需要が少なかった。もし、ガスが先行して復旧しておれば、水道への不満は強かったと思われる。

c) 中高層建築物

中高層建築物の給水施設は複雑で、受水槽、ポンプ、高置タンク、長い敷地内給水管からなっており、破損、故障に対する復旧にさらに長い時間を要した。その上、水を上階まで運搬せねばならず生活上の不便は戸建て住宅よりも大きかった。一方、中高層建築物は受水槽に水を貯留しており、地震直後から管理すれば貴重な緊急用備蓄施設ともなる。

【参考文献】

- 1) 橋本, 森田, 山田: 震災復旧過程における水利用行動の実態と危機管理の方策, 環境システム研究 Vol.23 (1995), PP575~579, 1995年8月
- 2) 橋本, 森田, 山田: 水に関する震災行動の追跡調査, 土木学会第50回年次学術講演会講演集 第2部 (B), PP1008~1009, 1995年9月

Investigations on Rebuilding of Social Infrastructures for Supplied and Waste Water after Hanshin-Awaji Earthquake

Kiyoshi Yamada, Masaaki Hashimoto

Hanshin-Awaji Earthquake brought hard damage on water such as shortage of domestic and fire-fighting water, sanitation problem, etc. The objectives of this study are to investigate styles of water use and quantity of domestic water in Hanshin area the earthquake and to show strategies to rebuilding social infrastructures for supplied and waste water. As a result, it has been cleared suffers made efforts to obtain not only domestic water but miscellaneous water. The necessary water quantity are established in three steps. The way of rebuilding of social infrastructures for supplied and waste water has been established.