

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

Characteristics and Risk Management of Water Use during Earthquake Disaster

山田 淳* 森田 敦子** 橋本 将明**
Kiyoshi YAMADA * Atsuko MORITA ** Masaaki HASHIMOTO **

ABSTRACT : Hanshin Earthquake brought such hard damage of water supply as shortage of domestic water, fire-fighting water etc. The objectives of this study are to investigate styles of water use and quantity of domestic water in Hanshin area during the earthquake disaster and to show strategies for a risk management of water use. As a result of the investigation, the following things were cleared ; (1) The quantity of water for living use was extremely small right after the earthquake. And it increased gradually in proportion to the services of water wagons and the recovery of water supplying systems. (2) The way to have water changed from bottled water, well, river, etc. to water wagon, with distribution of the wagons. The necessity of the risk management of water use for disaster has been shown.

KEYWORDS : risk management , water use , quantity of water , lifeline

1. はじめに

兵庫県南部地震は、都市の直下で発生し、社会基盤を破壊して都市機能をマヒさせた。その中でも電気、ガス、水道等ライフラインの被害は、長期間にわたり市民に不便で窮屈な生活を強いることとなった。水道事業においても復旧までの断水期間中、緊急給水に他都市の応援を含め多大な努力を払った。一方、市民の方は、水の確保に時間と労力を費やした。本論文は、地震直後から完全復旧までの過程で、利用者がどのような方法で、どの程度の水量を確保してきたのか、また、どの使用目的にどの程度使用したのかについて実態調査を行い、今後の施設整備計画や危機管理システムに対する提案を行うことを目的としている。

2. 水利用行動実態調査

2.1 調査の概要

調査は、自宅または仮設住宅在住者を対象にヒアリング形式で行った。したがって避難所の状況は、間接的に把握したことになる。

芦屋市では3月、神戸市では4月に実施した。概要を表-1に示す。

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

* 立命館大学理工学部

**立命館大学大学院理工学研究科

Department of Civil and Environmental Systems Engineering, RITSUMEIKAN Univ.

2.2 調査内容

地震後から完全復旧までの期間を表-2に示すように3段階に分けた。調査項目は、表-3に示すように「生活拠点」、「断水期間」、「水の確保方法と水量」、「水の使用目的と水量」、「トイレの使用状況」などである。避難所生活をした場合には、その時の状況についても調査した。「水量」については、使用した容器や運搬回数のヒアリング結果から算定する方法をとった。「トイレの使用状況」については、水洗トイレのフラッシュ用水の不足が大きな問題であったことから調査に加えた。

2.3 震災発生後の生活状況

(1) 生活拠点

調査件数を表-4に、震災発生後の生活拠点の内訳を図-1に示す。調査件数と震災後居住件数の差を図-1に示す「水道復旧後に自宅へ戻った」家庭である。調査件数の42%が、一時的に避難し、その後水道が復旧していなくても自宅生活に戻っており、また、49.6%は自宅ですずっと生活していたことになる。

(2) トイレの使用状況

トイレの使用状況を図-2に示す。使用可としたものは、フラッシュ用水を確保することによって排泄物を流すことができたという意味で、使用不可としたものは、下水管の破損や管が詰まってしまったという意味である。自宅生活者の79%、避難所生活者の56%が、フラッシュ用水を確保しながら使用できたことになり、共同利用で多くの利用者が集中した避難所の率が低かったことが理解できる。このフラッシュ用水の確保方法の分布を図-3に示す。洗濯、食器洗い後の再利用水をはじめ非飲料水を苦勞して確保していたことが分かる。今後は、簡易トイレ設置のような非水洗化にするのか、「井戸水」、「河川水」、「プール水」などの予備水源を確保しておくのか、方向付けが必要となる。

(3) 集合住宅

集合住宅では、受水槽、高置水槽、ポンプ、配管などが破損し、給水不能となった例がかなりあり、被害の大きかったところでは、上水道配水管復旧後も断水が続いた例がある。また、被害のなかった住宅でも、上水道の給水停止により、当初、受水槽貯水分を利用して使用された例はあるものの、まもなく給水不能となり、水の運搬に低層住宅より苦勞することとなった。

表-2 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-3 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-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)				

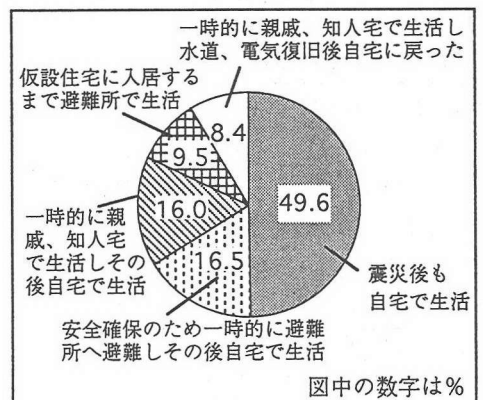
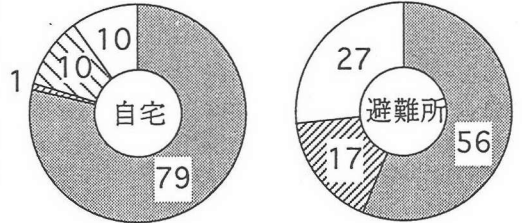


図-1 震災発生後の生活拠点

3. 震災時の水利用行動の実態

3.1 水の確保方法

水の確保方法について、使用目的別に3段階に分けてまとめたものが図-4である。飲料系では、第1段階で、ボトルウォーター等の市販水が多く、第3段階に移るにつれて給水車の比率が大きくなっている。また、井戸水や水道の漏水水を使用していた家庭も一定の割合であった。生活系では、都市ガスが長期間使用できなかったため、主として、洗濯用水として使われたが、井戸水や漏水など非飲料水の確保によるものが目立った。また、雑用系でもほぼ同一の傾向があり、前述のように水洗トイレのフラッシュ用水の確保が必需であったことを示している。「その他」の確保方法は多岐にわたるが、山の中へ湧水を汲みに行ったり、断水被害のなかった地域から、大量の水を持ち込んだり、船からの給水を利用するなどの回答がかなりあった。



3.2 1人あたりの確保水量

家庭での確保水量を世帯人数で割り、1人あたりの確保水量に換算してその分布を求めたものが図-5である。全体的にみて、50%の人が確保した水量より平均水量が上回っており、完全な断水でなかった地域や水の確保が比較的容易であった家庭が含まれているものと考えられる。50%

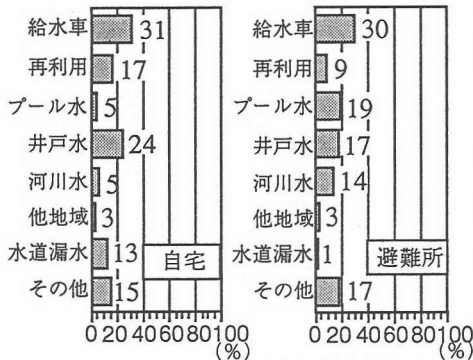


図-3 トイレ用水の確保方法 (複数回答)

凡例 ■ 使用可 ▨ 途中まで使用可 □ 地震後使用不可
▩ 使用できたり出来なかったり

但し、自宅は自宅のトイレ、避難所は避難所の水洗トイレについての調査結果 (図中の数字は%)

図-2 トイレの使用状況

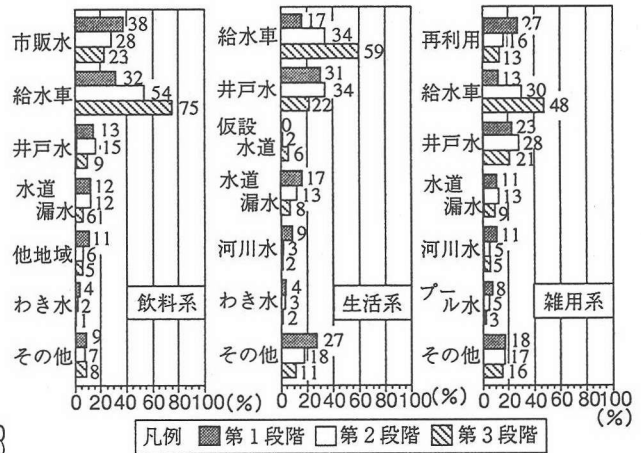


図-4 水の確保方法 (複数回答)

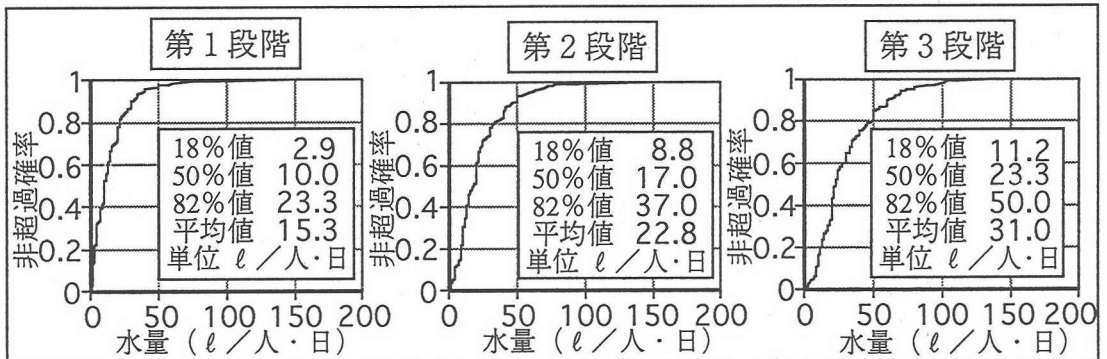


図-5 1人あたり確保水量

値でみると、第1段階の10ℓから第3段階の23ℓへと増加しているが、給水車配置等が行われていたことを考えると、運搬の労力などからくる頭打ちともみられる。第3段階ですら日常使用水量の1/7~1/9であったことになる。また、18%値でみると、第1段階ではわずか2.9ℓにとどまっており、第3段階ですら11.2ℓと低いレベルに終始した。次に、平均値を世帯人数別にみたものが図-6である。世帯人数の増加とともに1人あたりの確保水量は大きく減少しており、日常使用水量の減少率より大きい。これは、水の運搬の担い手が世帯内で限られていたことを表しているのではないかと考えられる。

3.3 使用目的別水量

確保水量について、使用目的別内訳を図-7に示す。第1段階では水が絶対的に不足していたにも関わらず、飲料系と雑用系の水が同じ量だけ確保されている。これは、トイレ用水の確保が飲料水と同等に重要であったことを示している。しかし、先に示したように、その水の確保方法は異なり、飲料水は給水車や市販水が中心で、雑用系は、給水車の他に再利用水や井戸水であった。第2、第3段階においても、同じ様な比率で水量は増加しているが、生活系の伸びが若干大きい。これは、大量に水を必要とする洗濯や風呂について、代替手段がとられたことと関係する。実際、洗濯は1週間に1~2回程度にしたり河川や井戸の出かけたり、他地域のコインランドリーを利用したりしたためであり、風呂についても、家庭での使用は出来ないため、銭湯や避難所へ出かけたためである。そして、確保水量が増えるにつれて、家庭での生活系の利用が若干回復してきたことを表している。

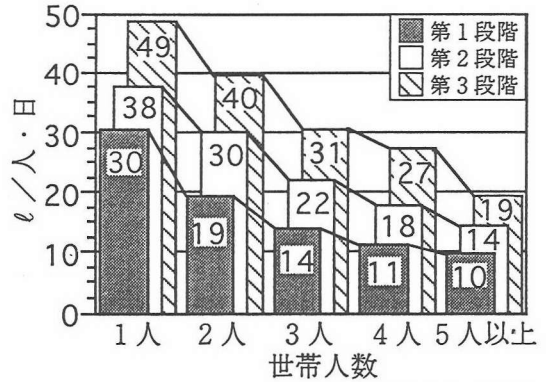
4. 水の危機管理方策

4.1 計画給水目標の設定

今回と同程度の地震が同じような地域で発生するものと仮定して、耐震化を前提に復旧期間が短縮された場合の目標を表-5のように設定する。今回の調査結果では第1段階に約1週間、第2段階に2週間、第3段階が終了するのに約6週間を要したが、耐震化対策により半減するものとする。また、水道復旧だけで道

表-5 計画給水目標の設定

復旧段階	目標期間	必要水量 (ℓ/人・日)	水道による供給 (ℓ/人・日)	水道以外の利用 (ℓ/人・日)
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



平均世帯人数：3.5人
図-6 世帯人数別1人あたり確保水量

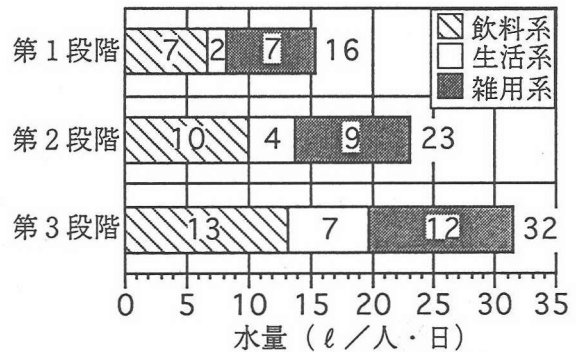


図-7 使用目的別平均水量

いつかない分は、水道以外の非飲料水補助水源を準備して利用する必要がある。

4.2 耐震化の目標とその方策

表-6に目標と方策を示す。今後の危機管理は、機能を失わないような強い施設づくり、応急復旧と本格的な復旧が速やかにできるようなシステムづくり、そして、これらに対応するソフトの3つのバランスが必要と考えられる。

4.3 ライフライン全体の調整

今回の震災では、電気、ガス、通信、交通、下水道など多くの供給処理系で被害が発生し、復旧にあってもその相互関連によって期間の長短ができた。このようなライフラインの復旧順序によって市民生活の受ける影響も異なることから、今後は、各ライフライン間で、被害発生や復旧見込みに整合性をもたせていくことが不可欠である。表-7に復旧パターンと水利用の関連性を示す。

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、複線化ブロック化
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

表-7 ライフラインの復旧と水利用

パターン	電気	通信	交通	水道	下水道	ガス	家給水	マ給水	水の確保被災状況	水の使用目的				
										飲料	調理	洗濯	風呂	水洗
1	●	△	△	●	■	●	■	■	ペットボトル、他水源利用	△				△
2	○	△	△	●	■	●	■	■	給水車、他水源利用	○				△
3	○	○	○	●	■	●	■	■	給水車応援	○	△	△		△
4	○	○	○	○	●	●	●	●	下水道破損、民地内破損	○	△	△		△
5	○	○	○	○	○	●	○	●	マンション民地内破損	○	△	△		△
6	○	○	○	○	○	●	○	○	ガス不通	○	△	○		○
7	○	○	○	●	○	○	●	●	断水のみ	○	○	△	△	△
8	○	△	△	●	○	●	●	○	受水槽利用	○	△	△		○

家給水：民地内給水、マ給水：マンション給水(受水槽、高置タンク)

○：利用可、△：一部利用可、●：不通(破損)、■：不通(利用なし)

水の使用目的 ○：必要水量の利用可、△：必要水量の一部利用可

無印：利用不可

5. おわりに

本研究において震災発生後の水利用実態と、今後の災害時における危機管理の方策について示すことができた。また、被災者の水利用の工夫や意識の変化、水道事業に対する意見についても得ることができ、これらを反映させた水供給システムの確立も必要であろう。

なお、本調査には環境計画研究室の院生、学生をはじめ環境システム工学科の1、2回生の協力を得たことを記し謝意を表す。

参考文献

橋本、森田、山田(1995)：水に関する震災行動の追跡調査、土木学会全国大会(予定)