

兵庫県南部地震時における水利用実態と 河川水利用の可能性に関する研究

島谷幸宏¹・保持尚志²・萱場祐一³・房前和朋⁴

^{1,2,3,4}正会員 建設省土木研究所 河川環境研究室 (〒305 つくば市旭-1)

本論文は、兵庫県南部地震における水不足について着目し、アンケート調査と現地河川調査等に基づいて被災者の水利用の実態と、水源利用として河川の持つ可能性を明らかにした上で、今後の河川などの水空間の整備に関して考察したものである。

筆者らは、被災者 22 世帯と 5 カ所の病院に対して聞き取りによるアンケートを実施し、飲料水などの生活用水並びに医療活動における水使用量について調査した。その結果から、上水道停止時の水使用量を明らかにし、災害時における必要水量に関して考察した。

また過去の震災における水供給について調査し、多様な水供給源が災害時に有効な水供給を果たした実態を示した。そして、阪神地区の河川について、その水量・水質を調査し、それら現地河川が災害時の水供給源として利用可能であることを明らかにした。

最後に阪神地区における水空間の資質の良否について検討し、今後の水空間の整備について考察した。

Key Words: water supply, Hyogo prefecture, earthquake

1. はじめに

兵庫県南部地震は平成 7 年 1 月 17 日午前 5 時 46 分に発生した、淡路島北部を震源とするマグニチュード 7.2 の直下型地震であった。海沿いの市街域では、電気、ガス、上水道の大部分が不通となり、また火災によって約 64 万 m² が消失した。

学校などに避難した被災者は約 25 万人で、直ちに被災者の日常生活に関わる諸問題が発生した。特に上水道の停止は、飲料水の確保、トイレ、医療活動に大きな影響を与えた。その結果、地震直後より、公共施設の危機管理が新たな復興計画と合わせて議論され、多くの論文、提言が発表されている。それらは、①都市計画全般に関するもの（例えば、日本都市計画学会など¹⁾）、②被害状況の分析と対策（例えば竹中²⁾、小倉³⁾、など）③提言（例えば村上⁴⁾、杉山¹⁶⁾など）、④現地調査等に基づく論文⁵⁾、等がある。①に関するものとして日本都市計画学会は、平成 7 年 5 月に「阪神淡路大震災：都市の再生」¹⁾を発行している。これは神戸の復興を対象に都市計画全般について論じたもので、ここでは地震による被害状況を取りまとめ、復興計画における問題点を整理し、課題ならびに提言を取りまとめている。また②に関するものでは、竹中らが下水道の被害および復旧に関して述べている²⁾。これは地震による下水道の被害状況を整理し、応急措置、応急復旧について取りまとめたものである。小倉らは、上水道の被害と復興に関して述べて

いる。これでは被害状況、復旧状況を整理し、今後の復興計画の考え方について論じている。③については、杉山¹⁶⁾は今後の河川整備のあり方を提案しており、その中で河川の多機能性をはかるべきであると述べている。④については、山田らは一般住民の上水道停止後の水利用についてアンケート調査を行い、その結果を取りまとめている⁵⁾。ここでは 406 人の被験者に対して聞き取り調査を行っており、その集計結果の解析から、災害時の給水目標を提案している。

本論文では、兵庫県南部地震における水利用の実態を現地調査した結果を述べ、つぎに水源としての河川利用の可能性について検討した結果を述べる。

他の論文と比較すると、本論のように実態調査の結果をふまえた上で公共水域の利用可能性について論じたものは無い。なお同様のテーマについて扱った山田らの論文では本論文より詳細なアンケート調査を実施し、結果を取りまとめているが、水供給の方法、公共水域の利用可能性については検討されていない。また杉山らの提言は、本論文の結論と趣旨を等しくする部分があるが、具体的な調査結果に基づくものではない。

また震災直後に収集したアンケート結果および河川の水量・水質調査結果をここに提示すること、過去の震災の水利用に関する情報を取りまとめることは、今後の調査・研究に資するものと筆者らは考える。

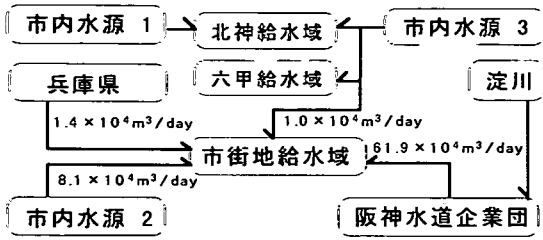


図-1 神戸市上水道概要

2. 水供給システム

(1) 水利用の実態

a) 概要

神戸市の上水道は市内におけるベストの流行を契機に、明治33年に日本で7番目の水道として給水を開始した。神戸市の上水道水源の大部分は、神戸市外の淀川水系にある。海沿いの神戸市街地に給水される総量は $72.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ で、そのうち淀川水系が $61.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ 、兵庫県営水道からの受水が $1.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ で、神戸市内の水源からは $9.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ と全体の約10%と低く、兵庫県を加えても約15%である⁶⁾ (図-1)。

兵庫県南部地震では、上水道が断水し、生活用水などの水不足が大きな問題となった。ここでは、地震直後からの水利用の実態について、筆者らの行ったアンケート調査から述べる。

b) 水利用実態 (生活用水)

筆者らは、神戸市、及び周辺に生活をしている22世帯(表-1)に対し、震災後の生活において、どのように水を手入れし使用したか聞き取り調査を行った。調査は平成7年4月29日から平成7年5月6日にかけて行った。対象世帯は、居住場所、断水期間などが分散するように抽出した。ただし、抽出方法については無作為抽出などの統計学的手法は取っていない。これは住民の記憶が残っている地震直後に調査を行うことにしたため時間的余裕がなかったこと、住民の意識を正確に把握するために聞き取り調査としたために抽出作業が困難だったこと、がその理由である。よってここで検討に用いたデータは被災者全体を把握したものではないが、調査は詳細かつ注意深く行っており、十分検討に値するデータであり、その結果には客観性があると考えた。

調査を行った世帯は、全部で22世帯である。その家族構成は、夫婦のみが3世帯、夫婦と子供の世帯が15世帯、その他が4世帯である。一部の者もしくは全員が自宅で生活したのは13世帯であり、これらの世帯の断水期間についてみると1日以下が3世帯、2日～1週間未満が3世帯、1週間～1ヶ月未満が1世帯、1ヶ月以上が6世帯であった。

清涼飲料水を含む飲料物類の備蓄があったのは5世帯

表-1 聞き取り調査世帯一覧

世帯	家族数	年代	家族構成	居住環境	断水状況	断水期間
1	4	30	夫婦+子供	中層1階	全員避難	～2/20
2	3	20	夫婦+子供	中層1階	1部避難	～2/20
3	2	20	夫婦	中層1階	避難せず	～2/20
4	3	50	夫婦+子供	高層8階	避難せず	～3/2
5	3	50	夫婦+子供	高層6階	1部避難	～2月末
6	2	20	夫婦	高層3階	全員避難	1ヶ月間
7	5	60	母+夫婦+子供	1戸建	全員避難	2週間
8	4	30	夫婦+子供	高層3階	全員避難	～2/25
9	3	50	夫婦+子供	1戸建	避難せず	1日半
10	4	50	夫婦+子供	中層4階	避難せず	～3月中旬
11	4	50	夫婦+子供	中層3階	避難せず	～2月中旬
12	3	50	夫婦+子供	1戸建	全員避難	1ヶ月間
13	2	30	夫婦	中層4階	1部避難	5日間
14	5	50	夫婦+子供	1戸建	避難せず	1日間
15	4	60	夫婦+子供	1戸建	避難せず	1日間
16	4	50	夫婦+子供	中層3階	避難せず	2～3日間
17	3	50	夫婦+子供	1戸建	避難せず	～3月下旬
18	3	50	夫婦+子供	1戸建	避難せず	数日間
19	3	30	夫婦+子供	中層3階	避難せず	3～4日間
20	3	50	母+子供	高層3階	全員避難	10日間程度
21	4	40	老夫婦+夫婦	1戸建	全員避難	不明
22	3	30	母+夫婦	1戸建	全員避難	不明

断水期間

入手法

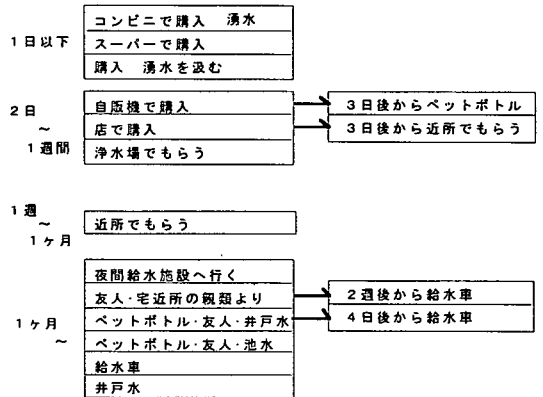


図-2 水の入手方法

だった。また風呂の汲み置きがあったのは18世帯であった。

図-2に自宅で生活した13世帯での水の入手方法を示した。「購入」、「知人宅からもらう」、「湧水や浄水場に汲みに行く」といった回答が多い。給水車利用について見ると、断水直後から利用した人は1世帯、途中から利用した人をいれて3世帯であった。利用しなかった世帯にその理由を聞いたところ「給水車が来る時間帯に働いている」、「給水車が近所に来ない」、「給水車がどこに来ているか分からなかった」との回答が得られた。

必要とした水量についてみると、神戸市に住む5人家族は、聞き取り調査の中で「調理と飲料用に大体1人1リットル程度は必要と感じた」と回答している。また同じく神戸市に住む3人家族の場合、地震発生から3日間で鍋、釜、ペットボトル3本の水量を飲料・調理に使用したと回答している。これらから飲料用水量は、1人1

表-2 神戸市内の病院における水使用実態

病院	病床数	必要水量	入手水量	入手方法	復旧日	断水による支障
A	約250	年平均 120m ³ /day 年最大 200m ³ /day	30-50 m ³ /day	給水車 独自給水車 ペットボトル	1/27	トイレ・調理 など消費用水 不足
B	約1000	夏期 900m ³ /day 冬季 900m ³ /day 最低量 200m ³ /day	50-70 m ³ /day	給水車 湧水 ペットボトル	2/9	自家発電停止 空調停止 調理への影響
C	約300	平日 180m ³ /day 土日 90-100 m ³ /day	数m ³ /day	給水車 ペットボトル	2/10	人工透析不能 消費用水不足 トイレ・調理 用水不足
D	約120	不明	不明	給水車 新川から取水 ペットボトル 仮設水道	2/2	トイレ・調理 用水不足
E	約10	不明	断水で 閉鎖		1/26	医療活動停止 消費用水不足

表-3 消防水利数

消防水利	施設数
公設消火栓	23,595
公設防火槽	968
私設防火槽	335
指定水利	131
その他	2,503
合計	28,299

て、地震発生後から段階的に3日目まで10リットル、7日目まで20リットル、21日目まで40リットルとの数値を提案している。これは洗濯なども含んだものであり、本研究に比較してやや多めとなっている。

c) 水利用実態 (医療用水)

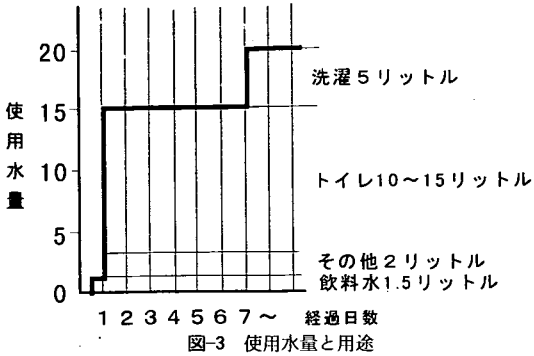
神戸市には2,251の医療施設があり、22,302の病床数がある⁷⁾。

医療用水について、表-2に神戸市内の病院で聞き取り調査した結果を示す。対象とした病院は調査の容易さを勘案しつつ病床数が分散するように抽出した。抽出にあたっては統計学的手法は取っていない。これは被災者に対する聞き取り調査と同じ理由による。

調査を行った医療施設の場合、平常時1床当たり0.5~0.9m³/day程度の水を使用する。今回調査した病院の場合、水供給は上水道のみであり、地震後の断水により水使用量は大きく減少している。平常時の使用量と比較すると、A病院では年平均必要量の25~30%、B病院で冬季必要量の約10%、C病院では平日使用量の数%であった。

またB病院では総床数1,000床に対して最低必要量を200m³/dayとしており、1床1日あたり、約0.2m³となる。これから医療用水としての必要量を推定すると、1医療機関あたり平均約2m³/day、神戸市内全域で約4,400m³/dayとなる。

リットル



日に1.5リットル程度と考えられる。

トイレ用水について、自宅で生活した13世帯についてみると、風呂の汲み置きからバケツや洗面器1~2杯の水を便器に流したという家が多い。また断水が1日以下の3世帯は、トイレ用水には困らなかったと回答しており、1日程度の断水ではトイレ用水の確保に困らないことがわかる。トイレでは1日3回程度水を流しており、洗面器の容量から考えると、1人1日当たりのトイレ水量は10~15リットル程度と考えられる。

自宅で生活した世帯で、断水期間中に洗濯した世帯は3世帯あった。水使用量が明らかな2世帯についてみると、神戸市に住む3人家族の場合、週1回の洗濯機による洗濯で、1回あたり130~140リットルを使用している。また兵庫区に住む3人家族では、4~5日ごとに手洗いによる洗濯で、1回あたり50~60リットルを使用している。洗濯用水量は、洗濯の方法や頻度により異なるが1日1人あたりに換算するとおおむね4~5リットルと考えられる。

風呂についてみると、風呂桶が貯水槽となっており、断水中に自宅の風呂を利用した世帯はなかった。

図-3に、兵庫県南部地震の結果から、地震による断水時の水利用と量をまとめた。飲料水、トイレ用水は震災発生当日から要求される項目であり、その使用量も大きい。また、洗濯用水は4~5日目以降から徐々に必要となる。その量は洗濯の仕方により異なるが、トイレ用水に次いで使用量が多い。尚、その他として洗顔、歯磨き等、掃除、清拭等に使っている水があり、ここでは全水使用量のおおよそ10%とした。

これによると、地震後の断水状況における水使用量は、1人1日あたり、洗濯を自宅でしなかった人が15~20リットル、洗濯をした人が20~25リットルとなる。通常地域防災計画における水備蓄は3リットル/日・人とされている。しかし、実際には断水期間がどの程度続くのかによって使用量は異なり、本結果から考えると3リットルという値は、飲料水等の最低限の水量でしかない。なお、文献5において山田らは、計画給水目標とし

d) 水利用実態（消防用水）

兵庫県南部地震では、多くの火災が発生した。神戸市内だけで火災件数は176件、焼損面積は641,684m²に及んだ。表-3に地震発生時の神戸市の消防水利の状況を示した⁸⁾。消防水源として消火栓、防火槽、指定水利がある。うち、消火栓は地震発生後早い時期に使用不能となった。

防火槽は全部で1,303基あり、そのうち公設のものは968基である。指定水利としては池、湧水、井戸、公立学校のプール等があり、河川は指定を受けていない。これらの備蓄量は筆者らが調査した範囲ではあきらかでない。

消火活動では主に防火水槽の水が使用された。これを使い果たした場合や防火水槽がない場合には、プール、河川、海の水が使用され、文献には、近隣学校のプールの水、都賀川、生田川、新湊川、妙法寺川の河川水を利用したとの記録が見られる⁸⁾。ただし、このなかでは、河川からの導水では、長距離輸送による損失水頭上昇、自動車の踏みつけによるホース破断などの問題、が生じたとの記録されている。

(2) 過去の震災における水被害

兵庫県南部地震では上水道に大きな被害が生じたが、このような被害について過去の地震災害における事例を収集し、いつ頃から、どのような被害が見られるかを整理した。

安政の大地震（1854年）では幕府は御救小屋を五カ所設置した。この小屋には現金、味噌、薬等の寄付がなされ、炊き出しが行われた。

しかし救援活動記録の中には水に関する記述はなかった。その理由として地震被害を受けにくい河川水や地下水も使用しており、それらが得にくい地域では水屋等の飲料水販売があったためと思われる。また当時の水道は管（石、木等）と開水路を併用しており、開水路では被災箇所が発見・修理が比較的容易なのも理由の一つであろう。

一方、大正10（1921）年、東京で発生した強震によって上水道が被害を受け、東京は3日間全市で断水になっている¹⁰⁾。緊急給水は横浜市水道局・軍によって行われた¹¹⁾。続いて大正12（1923）年9月1日に発生した関東大震災でも上水道は大きな被害を受けた。復旧したのは11月1日だが、局所的に多くの断水があり、12月30日まで給水車等による給水が行なわれている。

さらに、昭和39（1964）年6月16日に起こった新潟地震では¹²⁾、停電のため配水ポンプが停止し全市で断水している。給水車等による給水対象は約55,000世帯で1世帯当たりバケツ1杯（18リットル）とされた。これは7月30日（一部では8月末日）まで続けられている。延べ給水車台数は4,962台であり、給水量は76,627m³であった。

宮城県沖地震は昭和53（1978）年6月12日に発生した¹³⁾。この地震により仙台市では7,000世帯が断水した。給水車等による運搬給水は当日の6月12日より開始され6月21日まで行われた。給水車は延べ149台、給水対象人員は43,850人、給水量は702m³であり、これは1人1日あたりになると約1.8リットルである。

日本海中部地震は昭和58（1983）年5月26日に発生した¹⁴⁾。この地震により4市8町の22,187世帯が断水した。能代市では全市で断水となり復旧まで2週間を要した。また給水車等による運搬給水は6月14日まで行われた。能代市、男鹿市、秋田市における給水対象は430,537人、給水量4,985m³で、これは1人1日あたりになると約0.6リットルである。

以上から、地震災害時の大規模な水不足は、近代的水道の整備以前には見られなかったと思われる。

つぎに断水時の給水方法についてみると、給水車による給水活動が主である。しかしながら、関東大震災では、「亀戸方面は各所に井戸がありて水の欠乏を告げず」「佃島付近には井戸水豊富なり」などの記述¹⁰⁾が新聞に見られ、井戸水による水供給が有効だったことが示されている。さらに新潟地震では、「日常の生活用水を井戸でまかなっていた家庭では地震後水質の検査を行い、飲料に適する所では一般にも開放してもらった」「時ならぬ井戸ブームとなった」などの記述¹²⁾、宮城県沖地震では「この断水で市民がどのような水を使用したのかのアンケート結果では、給水車だけで生活が15.5%、親戚などで生活が4.9%、近所の井戸などのもらい水が30.6%となっている」との記述¹²⁾が残されており、上水道以外の水供給方法が有効に働いたことが分かる。

またトイレ用水の不足に関する新聞記事は、1978年の宮城県沖地震時にみられる。トイレの水洗化に伴って問題が生じていると考えられる。

(3) 考察

災害時の水利用を生活用水、医療用水、消防用水の3点から調査した結果、生活用水については、最低限の生活を営むのに必要な量として1人1日あたり15~25リットルであり、地域防災計画で示される3リットルに比較して、多くの水量を要することが分かった。

また医療用水、消防用水については、断水という事態を想定し、水供給源を多元化する必要があると考えられる。

震災時における水供給の問題は、近代以降の水道普及と共に発生し、近年になっても十分解決されていないことが分かる。河川や井戸といった多様な水源、管・開水路の併用、水売りといった多様な水供給方法から、上水道という単一方法へと変化し、多様さを失っていったためと考えられる。

上水道の危機管理について今後十分に対応して行かな

くてはならないが、2重配管などのように高い効果が期待できてもコスト的に実施が困難なものもある。また、発生確率の低い突発的災害に対して、完全に対応しておくことは不可能に近い。個々の機能について対災害性能を向上させることも重要だが、水源を多元化することや多様な水供給方法の整備を考える必要がある。

3. 公共用水域の利用

(1) 河川水水質水量調査

a) 概要

河川の緊急時における水源としての利用可能性を検討するために、地震発生後17日目の2月3日より4月4日まで、武庫川以西の阪神地区15河川を対象に水質・水量を調査した(表-4)。調査項目は、流量、BOD、pH、大腸菌群数、電気伝導度、濁度、色度、アンモニア性窒素などである。また、飲料水に適する水かどうかについて住吉川と新湊川を対象に、環境基準、飲料水の水質基準の各項目について分析を行った(2月3日のみ)。

b) 水量

15河川の総流量は調査期間の平均値で約 $13.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ であった(図-4)。神戸市内を流れる9河川についてみると約 $8.64 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ であった。図-5に各河川別の平均流量を示した。住吉川、都賀川、生田川、新湊川の4河川の平均流量は、それぞれ0.89、1.07、1.29、 $4.59 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ となる。これらの河川は比較的豊富な水量を持っていることがわかる。一方、妙法寺川、天上川、宇治川、西郷川ではそれぞれ0.43、0.06、0.043、 $0.043 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$ と少なく、そして高橋川にはほとんど流れていなかった。このように河川水量は偏在していることがわかる。

c) 水質

水質についてみると、調査期間中の平均値がBOD値が 2 mg/l 以下と比較的清潔な河川は住吉川、天上川、芦屋川、宮川、都賀川の5河川である。BOD値が 10 mg/l 以上とかなり汚濁した河川は東川、新川、西郷川、新湊川の4河川であり両極に分かれる傾向にある。最も良いのは住吉川の平均 0.6 mg/l 、最も悪いのは新湊川の平均 28 mg/l であった(図-6)。

水質の良好な河川は、天井川で雑排水が流入せず、山水を直接流下させる河川である。水質の悪い河川はこれらの間を流れ、雑排水が流入する排水河川である。前者の水質は飲料水として簡易な処理で飲めるほど清潔で、たとえば住吉川では、人の健康に関する環境基準(23項目)および水道水の水質基準(健康に関する項目29項目、水道水が有すべき性状に関する項目17項目)のすべてを満足する。

一方、西郷川、新湊川ではBOD濃度の変動が大きく、

表-4 調査対象河川

調査河川	調査場所	流域面積 km^2	総延長 km
1 新川	西宮市太山町	5.24	7
2 湊門川	西宮市南昭和町	(東川に含む)	(東川に含む)
3 東川	西宮市森下町	11.52	7
4 夙川	西宮市大井手町	8.49	8.2
5 宮川	芦屋市東山町	2.51	4.2
6 芦屋川	芦屋市西宮町	8.36	7.5
7 高橋川	芦屋市森北	2.86	3.3
8 天上川	芦屋市岡本	2.78	4.3
9 住吉川	神戸市灘区住吉	11.49	9.5
10 都賀川	神戸市灘区六甲町	8.57	1.8
11 西郷川	神戸市長田区賀谷町	2.87	2.3
12 生田川	神戸市中央区布引	13.68	1.8
13 宇治川	神戸市兵庫区矢部町	3.35	2.3
14 新湊川	長田区蓮宮町1丁目	29.9	4.7
15 妙法寺川	神戸市須磨区板宿町	11.81	7

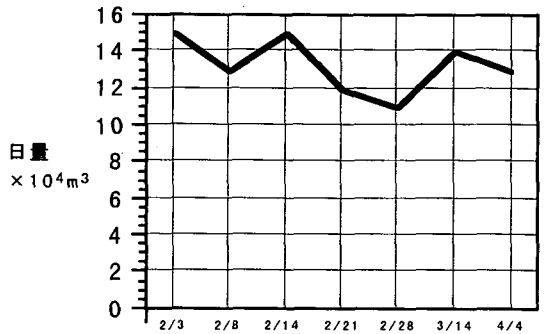


図-4 16河川総流量変化

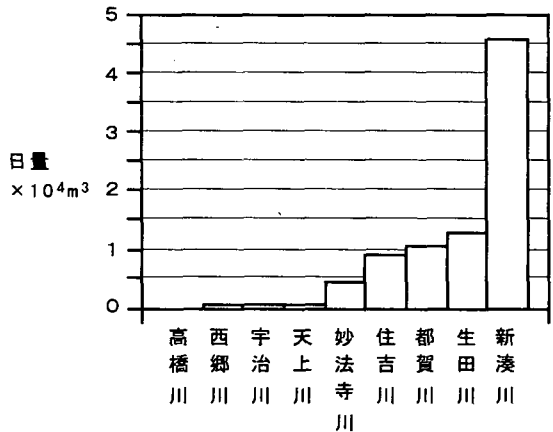


図-5 神戸市内河川流量

雑排水等が間欠的に流入していたことが考えられる(図-7)。しかしそれでも新湊川の2月3日の調査では、その水質は環境基準、水道水基準と比較して上回ったのは、一般細菌、大腸菌群数、鉄、マンガン、過マンガン酸カリウム消費量、色度、濁度、についてのみであり、他の項目は満足するものだった。新湊川の水は、煮沸、ろ過、消毒等の処理によって飲料水として利用することが可能である。

(2) 神戸市街地の水空間

公共用水域の利用に関して、水域は近傍に広く存在す

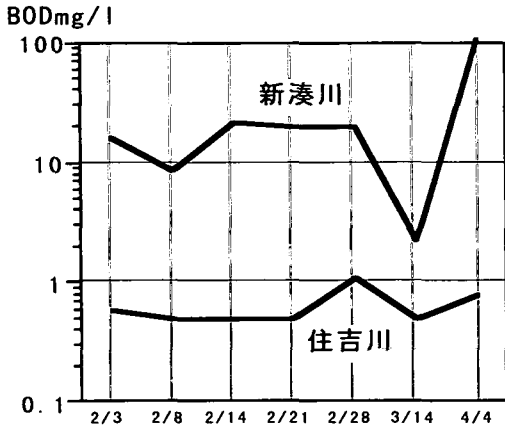


図-6 BODの変化

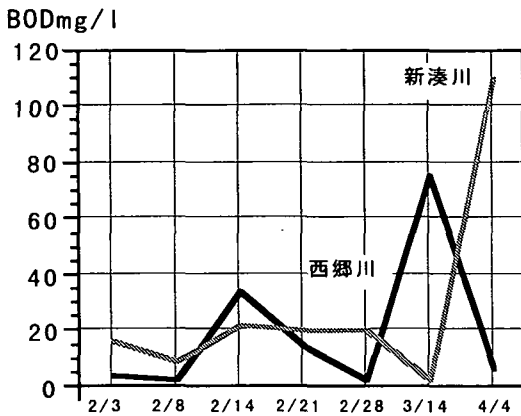


図-7 BODの変化

ることが利用に際しての利便性が高いと考えられる。ここでは神戸市街域内の水面積と水辺までの到達距離について測定し、それらを水空間の資質として、その良否を検討した。図-8及び9に水面積と、水辺までの到達距離について測定した結果を示した。測定手法は文献15)の方法を用いた。神戸市街域とは1/25,000の国土地理院地形図において市街域として記載されている海岸沿いの低地とし、港湾部をのぞいた区域とした。神戸市以外は城下町を元に発達した日本の代表的な20都市を示した¹⁵⁾。

神戸市以外の20都市の平均は、水辺までの到達距離は314m、水面積の割合は10.9%である。一方神戸市では到達距離は714m、水面積は1.4%で、他と比較すると距離は長く、面積は少ないことが分かる。

(3) 考察

阪神地区の総流出量は、飲料水として必要な水の量を1人1日約3リットル、震災時の生活に必要な量を約20リットルとすると、飲料水で約4,400万人分、生活用水約660万人分に相当し、阪神地区の河川は緊急用水の水

都市名	水面積の割合					
	5	10	15	20	25	30 %
秋田	○					
盛岡			○			
富山				○		
福井		○				
金沢		○				
高岡		○				
東京		○				
宇都宮	○					
名古屋	○					
津			○			
静岡	○					
大阪		○				
彦根		○				
岡山				○		
広島					○	
松江			○			
徳島			○			
高知				○		
福岡			○			
佐賀			○			
神戸	●					

神戸1.4%

平均7.6%(神戸除く)

図-8 代表的都市の水面積

源として高い能力を持っていると考えられる。また医療用水としても神戸市内全域で必要とされる約4,400m³/dayを供給することが可能である。

保野ら¹⁷⁾は公設消防力による初期消火対策(延焼面積300m²)として火災一件あたりの必要水量を2~3m³/min、総量250~400m³としている。これに従い消防水利として河川水利用についてみると、地震発生当日の火災件数は110件であり、危険側のみで同時発生とすると必要となる消火水量は198~330m³/minとなる。これは河川流量の約3~5倍であり、河川は全量をまかなうことはできない。しかし補助的な水利としては利用可能と考えられる。

阪神地区の多くの河川水は、水量、水質から見て緊急時の用水水源として利用できる可能性を持つと考えられる。しかし神戸市の水空間の資質がよくないために水利用に際して利便性が悪い。そして比較的豊富な流量を持つ河川がある一方で、全く水のない河川があり遍在している。水空間の資質の向上や水量の管理が望まれる。

水が途切れることなく流れる河川は、消防用水として有効と考えられる。河川の消火水利としての利用方法を検討する必要がある。また生活用水、医療用水の供給に関しては、給水車を中心とした水供給に対して給水時間が合わない、給水地点が分からない、などの問題があった。都市内の河川は常に水が流れ、しかも、その場所が住民から認識されやすいという特徴を持つ。緊急時の給水地点として位置づけ、他の給水体制が整うまでの飲料水、雑用水の確保に力を発揮すると考えられる。ただし、

都市名	水辺までの到達距 (m)						
	100	200	300	400	500	600	700
秋田				○			
盛岡			○				
富山			○				
福井			○				
金沢			○				
高岡			○				
東京					○		
宇都宮				○			
名古屋							○
津			○				
静岡					○		
大阪				○			
彦根			○				
岡山			○				
広島			○				
松江		○					
徳島			○				
高知		○					
福岡			○				
佐賀		○					
神戸							●

平均314m(神戸除く) 神戸714m

図-9 都市の水辺到達距離

今回調査した河川の水質は十分利用可能なものであったが、災害時の水質悪化を防止し、常に安心して利用できる水質となるような管理が必要である。

河川にはオープンスペースと水が存在する。また、神戸の場合には不可能であったが、大河川等の場合は河川を緊急輸送路として利用することも可能であろう。神戸市に限らず、今以上に水辺を減らさないような施策が必要である。

4. まとめ

兵庫県南部地震では、上水道などの公共施設に大きな被害が発生した。震災による上水供給に対する被害は近代水道の整備とともに発生し、近年の震災でも問題となっており、十分に解決されていなかったことが分かる。それは上水の供給を上水道のみに依存し、多様な水供給手法を持たなかった結果と考えられる。

アンケート調査によると兵庫県南部地震では、断水に対して、給水車からの給水よりも、被災者は、水の購入、湧水や井戸に汲みに向かうなど、自ら水を求めて行動したが多かった。断水による水不足に対して、人が様々に行動した結果、生活に必要な水量を確保できたと考えられる。

しかし非常時において人の行動力に多くをゆだねる方法が常に有効かどうか疑問である。また上水道が発生確率の低い非常事態のすべてにあらかじめ対応しておくことは不可能に近い。筆者らは水供給方法に多様性を持たせ居住地の近傍に上水道とは異なる水源を有することが

非常時の水供給に有効と考える。

水量・水質の現地調査の結果、兵庫県南部地震発生直後の阪神地区の河川は、水が偏在し、また水辺まで遠いなど水空間の資質は低いものの、生活用水の供給源として十分な能力を有していた。河川という、水と水が流れる場を利用することは、非常時の水供給方法として効果的である。

そこで筆者らは、非常時における水源として河川という身近な水源を最大限利用し、そのための整備をしていく必要があると考える。その整備とは、水量の確保、水質面からみた安全性の確保、水空間の資質の向上など、そもそも河川として望まれる姿を目標にするものである。

河川が清浄な水と広い空間を有し、居住地の近くに存在することは、災害時以外に河川に対して求められる機能に加えて、非常時の水源確保、避難空間利用、など災害時に求められる機能をも果たすと考えられる。

参考文献

- 1) 日本都市計画学会編：阪神淡路大震災「都市の再生」、1995。
- 2) 竹中：下水道とそのシステムの被害および復旧，環境衛生工学研究，Vol. 9, No. 3, p. 109, 1995。
- 3) 小倉，松下：阪神・淡路大震災による神戸市水道の被害状況と復興計画，環境衛生工学研究，Vol. 19, No. 3, p. 98, 1995。
- 4) 村上，村尾：都市環境生態システムの構築へ，都市問題，Vol. 86, No. 8, p. 69, 1995。
- 5) 山田，森田，橋本：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, p. 575, 1995。
- 6) 神戸市水道局：平成5年度事業概要。
- 7) 第70回神戸市統計書。
- 8) 神戸市消防局：阪神・淡路大震災神戸市域における消防活動の記録，1995。
- 9) 宇佐美龍夫：東京地震地図，pp. 134-149, 新潮選書，1993。
- 10) 内川芳美：大正ニュース辞典6，毎日コミュニケーションズ，pp. 123-262, 1988。
- 11) 堀越正雄：水道の文化史，鹿島出版会，1981。
- 12) 新潟市水道局：にいがた水道のテーマ，1995。
- 13) 土木学会：宮城県沖地震調査報告書，1980。
- 14) 秋田県環境衛生課：日本海中部地震の記録，1984。
- 15) 松浦，島谷：水辺空間の魅力と創造，鹿島出版会，1981。
- 16) 杉山，竹内，天野：災害に強い街づくりに向けた今後の水資源の確保と河川整備のあり方，自然災害科学，14-2, p. 99, 1995。
- 17) 保野，難波：市街地の特性からみた延焼危険について，神戸市消防局編：阪神・淡路大震災神戸市域における消防活動の記録，1995。

(1996.5.30 受付)

RESEARCH ON THE USAGE OF THE RIVER WATER AFTER THE OCCURRENCE OF THE HYOOKEN NANBU EARTHQUAKE AND THE POSSIBILITY OF THE UTILIZATION OF THE RIVER WATER AS AN EMERGENCY SUPPLY

Yukihiko SIMATANI, Takashi YASUMOCHI, Yuuichi KAYABA
and Kazutomo FUSAMAE

In this paper we paid attention to the water shortage after the 1995 Hyogoken Nanbu Earthquake . Based on questionnaires and field surveys, we investigated how the earthquake victims actually used the water and the feasibility of using the river water as a drinking water.

We did a survey for 22 families and 5 hospitals who have suffered the earthquake. The volume of the water consumed for medical purpose and in daily life such as drinking water were investigated. By carrying out this survey we clarified the amount of water consumption when water supply broke down.

We also reviewed the past earthquakes in respect of the water usage and found that the diverse water resources were fully effective as water supplies during devastation. The volume of water and the quality of the river in this district were investigated after this earthquake. These water resources were clean enough to be used for a daily use during a devastation.

We also discussed the quality of water space in this district and considered water space improvement for the future.