

## 災害時の水問題に関する基礎研究<sup>1</sup>

矢代 晴実<sup>2</sup>、段谷 憲<sup>2</sup>

### Research on Securing Water in Times of Disaster

YASHIRO Harumi, DANTANI Ken

#### 1. はじめに

地球上にある水のほとんどは海水であり、私たちが利用できる水は地球上の水の 0.01%とされている。1960 年から 2000 年で世界の水の使用量は約 2 倍に増え、世界では水資源の多い地域と少ない地域があり、水不足になやんでいる地域がある。このまま人口が増え、発展が進むと、必要な水量はさらに増える。また、地球温暖化により干ばつや洪水などが増えて環境が大きく変わると、安定した水資源を確保できなくなるおそれがある。先進国における現代社会は水の安定的な供給を前提として、快適な生活や質の高いサービスが確保されている。そのため、水道用水が断水や減圧給水になると、食事の用意ができない、水洗トイレが使えないなど、家庭生活や社会活動に大きな影響を及ぼす。

持続可能な開発目標 (SDGs) においても、目標 6 としてすべての人々に水と衛生へのアクセスを確保する事を示している。現在、世界では安全な水やトイレにアクセスできない人が多数存在し、世界人口の 10 人に 3 人は安全な飲料水を使えず、10 人に 6 人は安全な衛生施設を利用できないといわれている。安全な水やトイレが利用できないことは、健康面で大きな被害をうけることになる。

水が豊かと言われる日本においても近年は集中豪雨などの事象が度々発生するが、全国の年降水量の平均は低減傾向にある。1970 年頃から少雨の年が多くなっており、1973 年、1978 年、1984 年、1994 年、1996 年の降水量は平均降水量を大きく下回り、これらの年においては、渇水被害が発生し、安定的な水の供給が損なわれる危機が存在している。もし日本に台風などによる降水が少なくなれば、渇水の危機が高まるといわれている。

しかし、日本は水の豊かな国と思われていることもあり、一般的に水問題に関する関心は低く、一般住民が水問題を考えることは希なことである。本研究は、水問題に関心を持つために身近で短期的に予想されるテーマをおこなうこととした。

本研究は、水問題の短期的視点として、日本における渇水や上水停止時における水問題を整理し、解決するための課題抽出についての基礎研究を行うこととした。日本において短期的

---

<sup>1</sup> 本研究は 2022 年度昭和女子大学現代ビジネス研究所の研究助成を受けたものである。

<sup>2</sup> 昭和女子大学現代ビジネス研究所 研究員

視点で上水道の停止が発生する事例としては、災害発生時の断水が度々発生している。そこで、災害時の断水発生の原因を調査し、その際の生活困窮実態について把握することについて調査を行った。そして、今後の災害時にどの程度の断水期間が起こるかについて文も調査し整理をおこなった。

## 2. 日本における水道停止についての分析

日本における水道停止の事例は、渇水が近年発生していないため、災害時における水道停止の事例について調査を行い、発生した問題点を整理することとした。

### 2.1 水道水の種別

水道には、あたりまえのように普段に水道の蛇口から出る、きれいな「上水道」、また使用済みの水である「下水道」がある。そして、その中間にある「中水道」がある。中水道は、使用した水道水や雨水を再生処理し、「飲用には適さないが、人体に影響を及ぼさない再利用可能な水」になる。これは上水と下水の間のような水で、中水と呼ばれ、「雑用水」ともいわれている。具体的には、企業・事業体における水洗トイレを流すための水、公園の噴水、散水、屋外清掃用水、などつかわれている。家庭内で使われる、風呂や台所などに使われる水に中水は使用できない。家庭でトイレの水に中水を使用する場合は、上水と中水の2系統の配管が必要になり、現実的ではない。中水を使用する目的は、節水による環境的配慮やコスト削減になるためである。日本は水資源が豊かな国と言われているが水は無限ではない。また、使用した水道水は、海や川に放出する前に浄化を行うことから多くのコストがかかるため、使用した水や雨水を中水として使用すれば水資源を節約し、コストも節約できることになる。

実生活において、災害時などに水道停止し、生活支障が発生する事例は、上水道の停止が顕著に現れるため、これを研究対象とする。

### 2.2 災害時の水道停止の原因

災害時の水道停止の事例は、近年では地震や洪水災害発生時におこっている。

地震による水道停止の発生は、

- ① 地中に埋められた水道管が、地震による地面の揺れで継手部分が外れるなどして破損が発生することによっておこる。
- ② 地震による津波で建物が流出し、建物と水道管の接続部分が壊れることにより水道管が破損する。このように水道管が破損することによりおこる。
- ③ 地震により浄水場が被害を受けたり、地震による停電のため稼働できないためおこる。

などより、

洪水時の水道停止の発生は、

- ① 洪水の水流により老朽により耐久性が低下した水道管が損傷することによりおこる。
- ② 洪水の水流による給水施設、浄水場や送水設備などが損傷するためおこる。
- ③ 貯水池に土砂が流れ込み、水道水として使用できない状態になる。
- ④ 水道局の排水ポンプが水没し稼働停止によりおこる。
- ⑤ 洪水・水害による断水は、道路、マンホールなど幅広い設備の確認作業が必要なので復旧までに時間がかかる。
- ⑥ 浄水場などの施設が停電による機能停止によりおこる。

などによる。図-1 に平成 30 年（2018 年）7 月豪雨の水道施設の被害状況<sup>1)</sup>を示す。

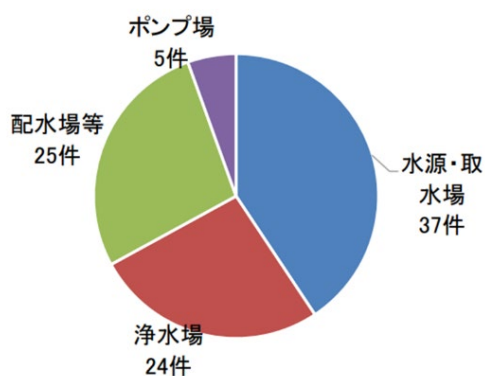


図-1 平成 30 年 7 月豪雨 構造物及び設備の種類別被害件数<sup>1)</sup>

### 2.3 災害時の水道停止期間

過去の災害時の水道停止期間の事例については、次のようになる。

- ・平成 23 年東日本大震災では、257 万戸が断水し、1 週間で約 57%が復旧した。復旧完了は、約 6 か月半を要した<sup>2)</sup>。
- ・平成 28 年熊本地震では、45 万戸が断水し、1 週間で約 9 割が復旧した。復旧完了は約 3 か月半を要した<sup>3)</sup>。
- ・平成 30 年大阪北部地震地震では、94000 戸が断水又は減圧給水になり、約 1 日で復旧完了した<sup>4)</sup>。
- ・平成 30 年 7 月豪雨では、26 万戸が断水し、約 1 か月で断水解消をしたが、飲料水としては約 2 か月で復旧完了した<sup>5)</sup>。
- ・平成 30 年北海道胆振東部地震では、6 万戸が断水し、1 週間で約 92%が復旧した。復旧完了は約 1 か月であった<sup>6)</sup>。

水道断水の時系列の復旧過程について、平成 30 年 7 月豪雨の広島県・岡山県・愛媛県などの総計のデータを図-2 に示す<sup>7)</sup>。

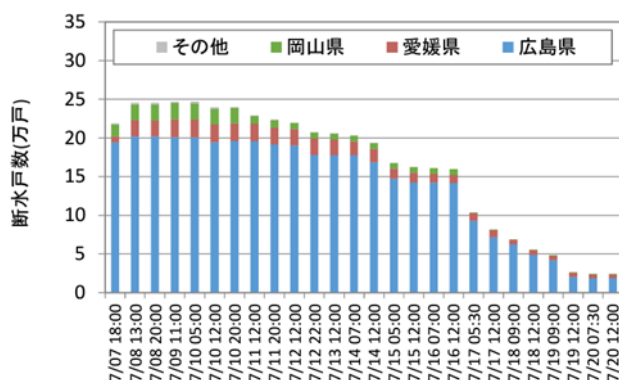


図-2 平成 30 年 7 月豪雨の断水戸数の解消過程<sup>7)</sup>

#### 2.4 今後の災害における水道被害について

国や自治体では、将来発生する可能性のある地震に対して、防災対策立案の基礎資料とするために被害想定を行っている。この被害想定では、ライフラインの途絶も推定がされている。

首都直下地震は発生リスクとして、今後 30 年で 70%と想定されており、被害想定について、平成 25 年に国の中央防災会議が 1 都 3 県を対象に実施している。東京都は、令和 4 年 5 月に被害見直しの見直しを実施している。

国の首都直下地震の 1 都 3 県の被害想定<sup>8)</sup>によると、上水道は以下のような状況が予測されている。

- ・管路や浄水場等の被災により、約 5 割の利用者で断水が発生する。被災した管路の復旧は、道路渋滞や復旧にかかる人材や資機材の不足により、数週間を要する地区もある。
- ・浄水場が被災していなくても、停電が長引いた場合は非常用発電設備の燃料が無くなり、運転停止に至る断水もある。
- ・断水による影響として、多数の水洗トイレの使用ができなくなる。
- ・飲料水の不足量は、発災後 1 週間の合計が最大で約 1,700 万リットルと想定される
- ・断水世帯の膨大な飲料水需要に対して、家庭内備蓄や被災都県・市区町村の公的備蓄及び応急給水だけでは飲料水が不足する地域が発生する。

とされている。

東京都の首都直下地震の被害想定<sup>9)</sup>によると、上水道は以下のような状況になると予測されている。

- ・断水率は都心南部直下地震で最大となり、都内の断水率は平均で 26.4%と推定される。  
 (注 概数で東京人口が令和 4 年で約 1400 万人になるため、断水人口は 369.6 万人になる。)
- ・復旧が概ね完了するのは、都心南部直下地震で約 17 日後になると想定される。
- ・水道管路以外の施設(浄水施設等)の被災や、受水槽や給水管など利用者の給水設備の

被災等は定量評価結果には含まれていないため、被災状況により、被害が大幅に増加し、復旧期間が長期化する可能性がある点に留意する必要がある。

とされている。図-3 に国の被害想定による上水道の時系列の状況を示す<sup>8)</sup>。

地震直後の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管路や浄水場等の被災により、揺れの強いエリアを中心に断水が発生する。</li> <li>・ 1都3県で約3～5割（23区では約5割）の需要家が断水する。</li> <li>・ 被災していない浄水場でも、停電の影響を受けるため、非常用発電機を備えた浄水場は独自の電力で運転を継続するが、非常用発電機の燃料が無くなった段階で運転停止となる。</li> <li>・ 避難所等では、備蓄により飲用水は確保される。給水車による給水は限定的である。</li> </ul>
1日後の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停電エリアで非常用発電機の燃料切れとなる浄水場が発生し、断水する需要家が増加する。</li> <li>・ 1都3県で約3～5割（23区では約5割）の需要家が断水したままである。</li> <li>・ 管路被害等の復旧は限定的である。</li> <li>・ 被災した浄水場の復旧は限定的である。</li> </ul>
3日後の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管路の復旧は、限定的である。首都中枢機能や災害拠点病院等の重要施設への水供給に関わる管路について復旧が進められる。</li> <li>・ 1都3県で約2～4割（23区では約4割）の需要家が断水したままである。</li> <li>・ 停電により運転を停止していた浄水場のうち、非常用発電機を備えた浄水場は燃料を確保し、運転を再開する。</li> </ul>
1週間後の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管路の復旧が進み、断水が解消されていく。</li> <li>・ 1都3県で約2～3割（23区では約3割）の需要家が断水したままである。</li> </ul>
1か月後の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管路の復旧は概ね完了する。</li> <li>・ 被害が大きい浄水場を除き、ほとんどの浄水場が運転できる状態に復旧する。</li> <li>・ 1都3県で約9割<sup>1)</sup>の断水が解消される。</li> </ul>

1 東日本大震災では、90～95%程度の復旧までに約1か月を要した。「東日本大震災におけるライフライン復旧概況（時系列編）（Ver.3：2011年5月31日まで）、ライフラインの地震時相互連関を考慮した都市機能防護戦略に関する研究小委員会」によると、約90%の復旧に22日、約95%の復旧に38日を要している。

図-3 国の被害想定による上水道の復旧予測<sup>8)</sup>

### 3. 災害時の断水発生時の困窮生活について

災害発生時の断水による生活困窮度について、調査をすると次のような事例が住民から出てきていることが分かった。

- ・ 水の確保が大変だったことがあり、近所に井戸がある場合はその水を使わせてもらい、飲料水を確保した。トイレ水は、川の水をポンプでくみ上げて台車で運んで使用したりしたなどの事例があった。時間が経つと、給水車が来るようになり、救援物資とボトルも入るようになり一段落したが、トイレ、洗濯の水はやはり不足した。
- ・ 水道が止まり、プールの水も消火活動に使い果たした。トイレの清掃が出来なかったのが苦しく、雨水を貯めて使用した。

- ・重労働だった水運びという感想が多く、水道の断水は風呂もさることながら、トイレ（想像以上に水がいる）のために日に数回（20 リットルのポリタンク 2 個）の水運びをしなければならなかったため苦勞した。また、安全のためエレベーターを数日止めたこともあり、4 階以上の住民や年輩入居者には水運びは大変だった。
- ・トイレ問題として、集会所に避難したけれど、場所が狭いため大勢の人々を収容できずに困り、トイレが水洗のため断水になり使用不能になり、屋外に穴を掘り排便をしてきた。また、トイレは、避難所では、人数が多いこともあり、水洗トイレはいつも詰まった状態になり汚物を手で取り除く作業をしていた。この作業は簡易トイレが届くまで続いた。

などである。

調査により災害時に最低限の生活を営むには、飲料水、手洗い・洗面水、調理水、食器洗淨水、風呂・シャワーの洗体水、洗濯水、便器洗淨水などの生活水が欠かせないことが分かった。

#### 4. 東京都の水備蓄

東京都の水備蓄は、都内に災害時給水ステーション（給水拠点）を設置し、区部での合計確保水量は、105 か所で 692,280 m<sup>3</sup>、多摩地区での合計確保水量は、110 か所で 376,510 m<sup>3</sup>を確保されている（10）。その他に避難所にもペットボトルなどで確保されている。これらの水量は基本として考えられているのが、人が生きていくために一人 1 日 3ℓ の飲料水の量が基準になっている。

しかし、災害時でも生きていくために必要な水は、前章の断水時の困窮生活で明確になったように、一人 1 日 3ℓ の飲料水以外に多くの生活水が必要である。東京都水道局の水使用の実態調査から見ると普通の生活において、家庭での飲料用水の割合は、約 1%程度であり、飲料水の使用の少なさがわかる。東京都での家庭における 1 日平均の水道使用量は、一人世帯で 273ℓ、四人世帯で 836ℓ あり、そのうちの 1 日の飲料水は、一人世帯で 3ℓ、4 人世帯で 8ℓ という実態である。このような数値から、備蓄水量「一人 1 日 3ℓ」は、飲料水としての最小量である。避難所・自宅避難者などで飲料用に配布する水量としてはその基準で良いが、実際に生活を送るためには、飲料水以外の調理用水、生活水を、浴槽や雨水の貯留などで確保しなくてはならない。

生活水の確保という点では、今後の対応策を考えていかなければならない実態があることがわかった。

#### 5. まとめ

水問題の短期的視点として、日本における上水停止時における水問題を整理し、解決できる課題抽出についての基礎研究をおこなった。日本で上水道の停止が発生する事例は、災害発生時の断水が度々発生している。そこで、災害時の断水発生の原因を調査し、その際の生活困窮実態について把握することについて調査を行った。そして、今後の災害時にどの程度の

断水期間が起こるかについて整理した。

その結果、災害時における水問題として、第 1 に飲料水の確保があり、それに対して国や自治体などは備蓄水を確保する努力を進めており、住民に対しても災害時の水確保として、一人一日 3ℓ で 1 週間分を推奨している。

しかし、災害時の水に関する困窮生活の実態から見ると、飲料水の確保だけでは難しい実態が明らかになった。災害断水時においては、飲料水以外に使用する生活水の確保が無ければかなり苦しい生活を強いられることになることが明らかになった。

研究として、災害避難時に避難所として使用される小中学校にある、プール水を生活水として利用できないかとの検討を行った。これは一般的なプール水は、容積が 205 m<sup>3</sup>程度あり、1 人 1 日 10ℓ 使っても 1 万人の水が確保できるからである。しかし、これには中水レベルの浄化基準の設定を行えば技術的問題はないが、世田谷区防災課にヒアリングを行ったところ、水浄化設備の確保についての予算・優先順位などの面でハードルが高く、実施は相当に難しいとの見解であった。

今後の研究として災害時の生活水確保を如何に行うかについて研究を進めていきたいと考えている。

#### <参考文献>

- 1) 厚生労働省医薬・生活衛生局水道課 平成 30 年 (2018 年) 7 月豪雨 水道施設被害状況調査報告書 令和 3 年 1 月
- 2) 厚生労働省「東日本大震災水道被害状況調査報告書」(平成 24 年 12 月)
- 3) 中央防災会議ワーキンググループ「熊本地震を踏まえた応急対策・生活支援策の在り方について」(平成 28 年 12 月)
- 4) 内閣府「大阪府北部を震源とする地震に係る被害状況等について」平成 30 年 7 月
- 5) 内閣府「平成 30 年 7 月豪雨による被害状況等について」平成 30 年 7 月
- 6) 内閣府「平成 30 年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について」平成 31 年 1 月
- 7) 能島暢呂「平成 30 年 7 月豪雨災害におけるライフライン復旧概況 (時系列編)」土木学会地震工学委員会 平成 30 年 7 月
- 8) 中央防災会議「首都直下地震の被害想定」平成 25 年 12 月
- 9) 東京都防災会議「首都直下地震等による東京の被害想定報告書」令和 4 年 5 月
- 10) 東京都地域防災計画 災害時給水ステーション (給水拠点) 令和 3 年 4 月 1 日
- 11) 東京都水道局 平成 27 年度「一般家庭水使用目的別実態調査」平成 27 年