

大規模災害時における応急給水を再定義する

— 能登半島地震が示した水循環システムの有効性と今後 —

(国土交通省国土技術政策総合研究所 委託研究「災害時における応急浄水と応急給水の一体的運用に関する研究」より)

サマリー

令和6年能登半島地震では長期かつ広域の断水が発生し、避難者の生活環境に深刻な影響を与えた。応急給水により飲用水は確保されたが、飲用水の10～100倍の水量を要する入浴や手洗いなどの生活用水は大きく不足し、給水車を中心とした従来型の応急給水手法の限界が顕在化した。

この経験を踏まえ、政府は生活用水確保に向けた取組を強化している。内閣府は災害対応方針を見直し、避難生活環境の指針でもスフィア基準に沿った入浴機会の確保を明記した。国土強靱化実施中期計画でも2030年までに全市区町村でスフィア基準を満たす備蓄を行う目標を掲げている。しかし、生活水の必要量や確保方法についての社会的合意はなく、対応策は十分でない。

本稿では、国土技術政策総合研究所からの委託研究「災害時における応急浄水と応急給水の一体的運用に関する研究」((株) NJS、メタウォーター(株)、WOTA(株)の共同研究体で実施。以下、「A-JUMP調査報告書」)で行った、水循環システム及び可搬式浄水装置を用いた応急給水の効果検証を解説する。能登半島地震において長期の全域断水を経験した石川県珠洲市をモデルとした試算では、

- ① 避難者の衛生環境の確保に求められる水量が水循環システムにより導入前比約40%に低減され、断水下でも給水需要の充足が可能
- ② 避難者の給水需要を満たすまでの期間が、従来手法の発災142日目から10日目へと短縮と推計され、断水下でも避難所の衛生環境を確保できる可能性が示された。

今後は、断水リスクを踏まえた避難者の給水需要量を可視化し、現実的な応急給水手法への社会的合意を形成することが求められる。その上で、水循環システムを含む生活用水資機材の必要数量を全国的に明らかにし、不足分の事前配備と運用の標準化を進め、実行性を確保していくことが重要である。

1章：能登半島地震における生活用水の実態

2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震では、奥能登地域を中心に水道の基幹施設が甚大な被害を受け、さらに道路寸断と半島特有の地理的条件が重なり、断水復旧まで最長5か月¹を要した。また、断水地域は珠州市、輪島市の全域にわたるなど被害は広域に及んだ。

なお、本稿では「断水復旧」とは水道メーターまでの復旧を指しており、実際の被災地では宅内配管の被災により蛇口から水が出ない世帯はさらに長期間にわたり生活上の大きな制約を受けた²。また、避難生活が長期に渡ったため、応急給水に求められる機能も発災後の日数によって変化した。

この広域かつ長期の断水に対して、飲用水はペットボトルと従来型の給水車による供給で早期に確保できたものの、飲用水の10~100倍程度の水量を要する生活用水は大きく不足した。

こうした広域かつ長期の断水時における応急給水の目的・目標や実態を可視化できるよう、A-JUMP調査報告書では、応急給水のフェーズを設定した上で³、断水時に被災者にとって必要となる用途・水量を整理した（表1）。整理にあたっては、①能登半島地震の実態を踏まえて⁴、②単純な1人あたりの需要量だけでなく水利用の用途毎に、③スフィア基準など既往の標準や研究を考慮した。

スフィア基準とは

- スフィア基準は、災害や紛争における人道支援に際し、被災者が最低限の生活環境を確保できるように定められた国際基準である。1997年にNGOや国際機関が開始した「スフィア・プロジェクト」にて策定され、現在は「スフィア・ハンドブック」にまとめられている。水・衛生、食料、住居、健康などの各分野について最低基準が提示されており、国際的な人道支援活動の共通言語として用いられている。
- 国内においては、能登半島地震を契機に、2024年12月に内閣府が改定した「避難生活における良好な生活環境の確保に向けた取組指針」において、スフィア基準に沿った避難生活環境の整備が明記された。例えば入浴施設については「50人に1つ設け、男女別に提供」といった定量的な水準が示された。

¹ 早期復旧困難地区を除く

² WOTA株式会社では、災害による広域・長期の上下水道等の停止により、心身の健康・衛生の維持に必要な生活上の水利用が阻害されることを「災害水ストレス」と呼び、能登半島地震における災害水ストレスの実態、今後の国難級災害に向けた対策をレポートとして発表した（リンク：[第1報](#)、[第2報](#)）。

³ A-JUMP調査報告書では、既往研究等を参考に4つの目標フェーズを設定した。なお、目標フェーズ1~3は断水下であっても応急給水によって実現を目指すもの、目標フェーズ4は断水解消によって実現を目指すものと分類した。また、目標フェーズ3では、避難所避難者と在宅避難者で異なる水利用を行うことが想定されたため、避難所と自宅を区別した。

- フェーズ1生命の確保：最低限の水で命を確保する段階
- フェーズ2衛生環境の確保：感染症、劣悪な環境による健康状態悪化を抑制するために衛生環境を確保する段階
- フェーズ3健全な生活環境の確保：長期避難においても避難者が受忍できる水準の健全な生活環境を確保する段階
- フェーズ4日常生活環境の確保：被災前の日常生活環境を確保する段階

⁴ 入浴について、在宅避難者が避難所を訪れて入浴する場合が見られた。炊事について、断水下の避難所での炊事はあまり見られず、弁当やキッチンカー、セントラルキッチン方式での食事提供が主であったと考えられる。洗濯について、断水下の避難所での洗濯はほぼ行われておらず、断水地域外のコインランドリーやクリーニングの活用が中心であったと考えられる。

<表1：フェーズ別、用途別の一人あたり給水需要量(L/日)>

分類	断水下における応急給水				断水解消の早期化
目標フェーズ	目標フェーズ1	目標フェーズ2	目標フェーズ3		目標フェーズ4
	生命の確保（避難所等）	衛生環境の確保（避難所等）	健全な生活環境の確保（避難所等）	健全な生活環境の確保（自宅等）	日常生活環境の確保
定義	避難所等において、最低限の水で命を確保する。	避難所等において、感染症、劣悪な環境による健康状態悪化を抑制するために衛生環境を確保する。	避難所等において、避難者が受忍できる水準の健全な生活環境を確保する。	自宅等において、避難者が受忍できる水準の健全な生活環境を確保する。	自宅等において、被災前と同等の給水量を確保できる。
日数の想定	～7日	8日～14日	15日～	15日～	—
一人当たりの給水需要量	3L	26L	63L	34L（※68 避難所シャワー水量を含む場合）	250L
飲用 ⁵	3L: 生命維持に必要な水分摂取	3L: 生命維持に必要な水分摂取	3L: 生命維持に必要な水分摂取	3L: 生命維持に必要な水分摂取	—
洗面等 ⁶	0L: 洗口液	1L: うがい、歯磨き	1L: うがい、歯磨き	1L: うがい、歯磨き	
手洗い ⁶	0L: アルコール	5L: 最低限の手洗い	5L: 最低限の手洗い	5L: 最低限の手洗い	
入浴 ⁷	0L: アルコールシート等	11L: 時々（3日に1回）のシャワー（個室）	34L: 毎日のシャワー（個室）	0L: ※避難所のシャワーを利用	
トイレ ⁸	0L: 携帯トイレ	6L: 仮設トイレ	20L: 水洗式仮設トイレ	0L: 携帯トイレ	
炊事 ⁹	0L: 非常用食料	0L: 非常用食料配布、キッチンカー	0L: 弁当配布、キッチンカー	20L: 簡単な調理と調理食品購入	
洗濯 ¹⁰	0L: 洗濯しない（受忍）	0L: 洗濯は市外に配送	0L: 洗濯は市外に配送	5L: 一部を手洗い	

⁵ 飲用は、スフィア基準の生存に必要な水摂取量2.5～3Lに基づき設定した。

⁶ 手洗い・洗面等は、宮良ほか(2010)、中久保ほか(2019)、スフィア基準の基本的な衛生習慣に必要な水量2～6Lに基づき設定した。既往研究では手洗い・洗面等は同じ分類として扱われているが、求められる水質が異なるため区別して考えることとした。

⁷ 入浴は、宮良ほか(2010)、中久保ほか(2019)及び島谷ほか（1997）に基づき、入浴の頻度とともに水量を設定した。なお、スフィア基準では、入浴の水量の想定はなく、1施設の最大利用人数50人、男女別の提供などが提供条件として示されている。

⁸ トイレは、宮良ほか(2010)、中久保ほか(2019)、スフィア基準の公衆トイレに必要な水量（注水式水洗トイレ：3～5L、下水道直結水洗トイレ：20～40L）に基づき、利用が想定されるトイレの形態とともに水量を設定した。

⁹ 炊事は、水利用の場所に応じ、避難所については能登半島地震での食事の提供方法（物資や弁当配布、キッチンカーでの提供）を踏まえて設定し、自宅については宮良ほか(2010)及び中久保ほか(2019)に基づき設定した。

¹⁰ 洗濯は、水利用の場所に応じ、避難所については能登半島地震での洗濯方法（断水地域外のコインランドリーやクリーニングの活用）を踏まえて設定し、自宅については中久保ほか(2019)に基づき設定した。

A-JUMP調査報告書では、能登半島地震における珠洲市を例として、市全体の給水需要量¹¹と実際の応急給水による供給量¹²を試算して比較し、各目標フェーズにおける給水需要量の充足状況を可視化した。結果として、従来の応急給水手法では充足することが難しく、目標フェーズ2（衛生環境の確保）の充足は発災から142日目、目標フェーズ3（健全な生活環境の確保）の充足は発災から218日目となり、この間、避難者は水利用の制約下で避難生活を余儀なくされていたことが推察される（図1）。

¹¹ 市全体の給水需要量は、「一人あたりの給水需要量（表1）」に「避難者数」を乗じて算定した。「避難者数」は「避難所避難者数」と「在宅避難者」で構成され、「①市滞人口＝②避難所避難者＋③在宅避難者＋④通常生活への復帰者」が成り立つと仮定の上で、次のとおり推計した。

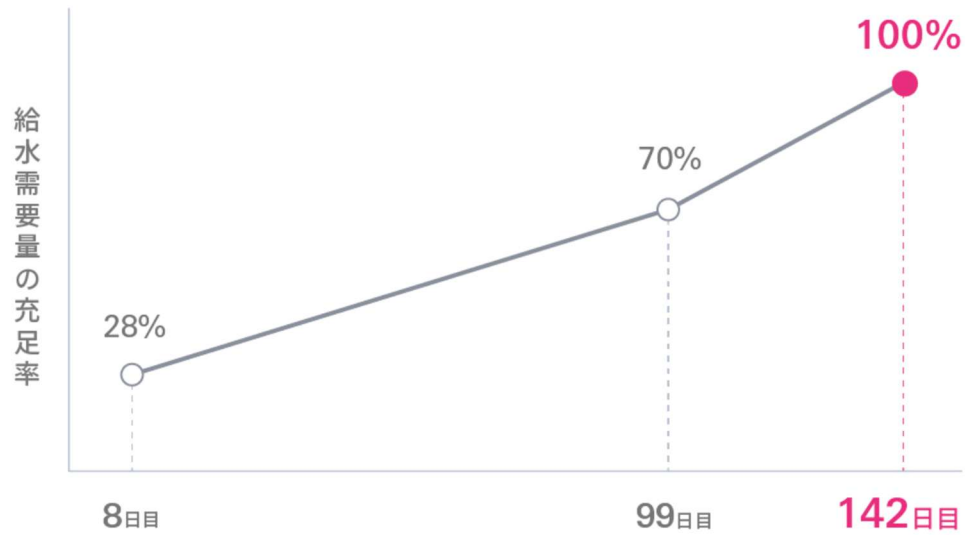
- ① 市滞人口：発災後の位置情報に基づく推計データから推計
- ② 避難所避難者：市の集計値
- ③ 在宅避難者：①市滞人口から②避難所避難者と④通常生活への復帰者を引いて推計
- ④ 通常生活への復帰者：①市滞人口に対し水道の通水率の実績値と報道情報から仮定した宅内配管の通水率を乗じて推計

¹² 応急給水による供給量は、以下①～⑥を積算して算定した。なお、④のうち入浴支援については、実際に珠洲市で実施されたものの、資機材の配備に限られ、他の災害で必ずしも支援を期待できないため、本試算から除外した。

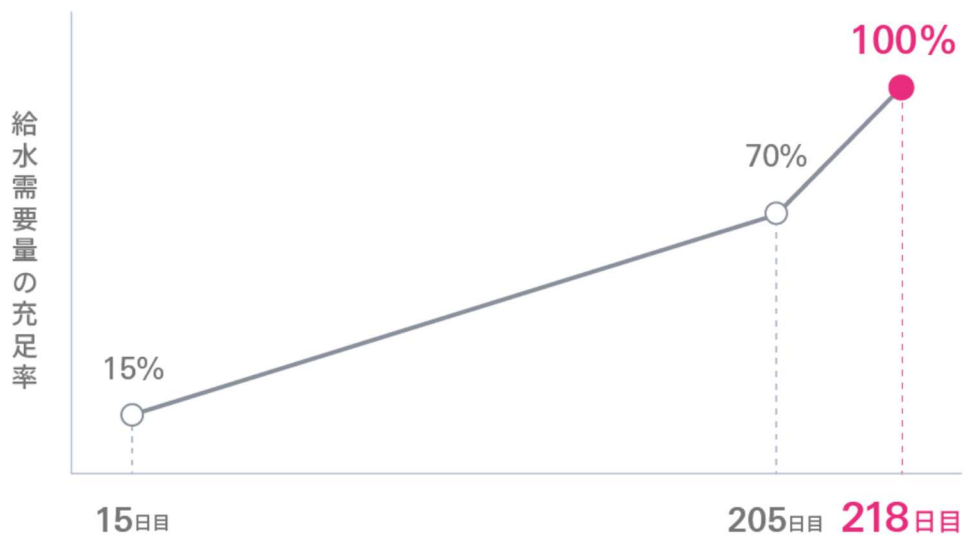
- ① ペットボトル備蓄：発災から3日目まで1人あたり3L分を想定
- ② ペットボトルの物資支援：農林水産省の実績資料（1/4～3/23までのペットボトル飲料の供給本数）を参考に、発災から4日目を以降の供給量を想定
- ③ 日本水道協会の給水車による給水支援：市の記録（給水車の稼働台数、給水基地、応急給水拠点）から供給量を推計
- ④ 自衛隊の給水支援：市の記録から供給量を想定
- ⑤ 可搬式浄水装置（住民に直接水を供給したもの）：市及びピースウィンズ・ジャパンへのヒアリング結果、公表情報から設置場所と能力を特定し、浄水量を推計
- ⑥ 沢水の生活用水活用：市へのヒアリング結果を参考に、沢水が活用されていたと想定される町において、目標フェーズ2の洗面等・手洗い・入浴に相当する1人あたり17Lが確保されたと仮定。

<図1：能登半島地震のケーススタディ（従来の応急給水手法）>

目標フェーズ2（衛生環境の確保）
の水量充足に至る日数



目標フェーズ3（健全な生活環境の確保）
の水量充足に至る日数



2章：従来の応急給水のボトルネック

応急給水では、(1)浄水: 水源から利用可能な水を生成、(2)配水: 浄化された水を利用場所へ運搬、(3)排水: 利用した後の水を適切に処理して排出、の3つのプロセスを担保する必要がある。

能登半島地震にて奥能登地域を中心に断水復旧が長期化した際の応急給水では、上記の3プロセスすべてで課題が生じた。まず、浄水量の不足が課題となった。例えば、最も被害が甚大な市町村のひとつである珠洲市の基幹浄水場である宝立浄水場の場合、導水管の配管、浄水場への可搬式浄水装置の設置などにより水が供給できるようになったのは発災から2か月以上経過した後であった。

次いで、大量の生活用水の配水が課題となった。例えば、珠洲市では、発災から1週間以降の生活用水がより必要となる目標フェーズ2段階においても市域全体が断水状態であったために、全ての避難者に対して飲用水のみならず生活用水を含む応急給水が必要となった。給水車の運搬での配水には限界があり、供給量の不足に繋がった。加えて、基幹浄水場の復旧までの間、他自治体の浄水場を給水基地とした長距離運搬による応急給水が行われ、その後珠洲市内のため池に可搬式浄水装置が設置されるまでの間は特に運搬効率が悪かった。

同時に、生活用水の排水処理が課題となった。珠洲市では、上水道と同様に、下水道及び浄化槽も甚大な被害を受けたため、被災者は、排水への配慮から自宅での水利用は手洗いや洗面など少量の水利用に留め、大量の排水を伴う生活用水の利用は、避難所が中心となった。しかし、避難所でも排水処理はできない状態が長期間続き、排水への配慮と、極力排水をしない水利用が求められた。

このような能登半島地震での実態を踏まえると、広域かつ長期の断水が発生した場合、従来方式（給水車やペットボトル水）による応急給水のみでは生活用水の充足が難しいことは明らかであり、その要因を従来方式の構造的な課題として整理すると以下ようになる。

● 浄水量の不足

浄水設備が被災すると、被災地内での水の浄水量が不足する。

● 配水量の不足

管路が被災すると配水は給水車に頼らざるを得ないが、給水車の数が限られているうえ、広域断水では被災地近傍に給水基地を確保できず、運搬効率が著しく低下する。仮に近傍で浄水できたとしても、生活用水を含む大量の必要水量を運搬することは難しく、各避難所に配水される水量は不足する。

● 排水処理の制約

下水道や浄化槽が被災すると排水が処理できず、トイレ・入浴・洗濯など大量の排水を伴う生活用水の利用が制約される。

3章：水循環システム等による構造的課題解決

こうしたボトルネックを抜本的に解消するソリューションが、水循環システムと可搬式浄水装置を組み合わせた新しい応急給水手法である。これにより、浄水・配水・排水の3つの課題を同時に克服することが可能となる。

● 可搬式浄水装置

- 河川水やプール水など、被災地内の利用可能な水源から直接浄化する装置。
- 車載型、ヘリ搭載型など、様々な可搬式（浄水能力も異なる）が存在する。

● 水循環システム

- 排水を回収・循環利用することで、少量の種水で大量の水利用を可能にするシステム。
- 入浴や手洗いのシステムが存在する。

これら2つの組合せにより、先に示した従来方式の課題を以下のように解決できる。

● 浄水量の確保

可搬式浄水装置を用いることで、被災地内の水源から直接浄化できる。これにより、被災した浄水場の復旧を待たずとも速やかに浄水を開始できる。また、被災地外から大量の水を運搬することを不要とし、給水基地も増やせることから給水車等での配水の効率も高めることができる。

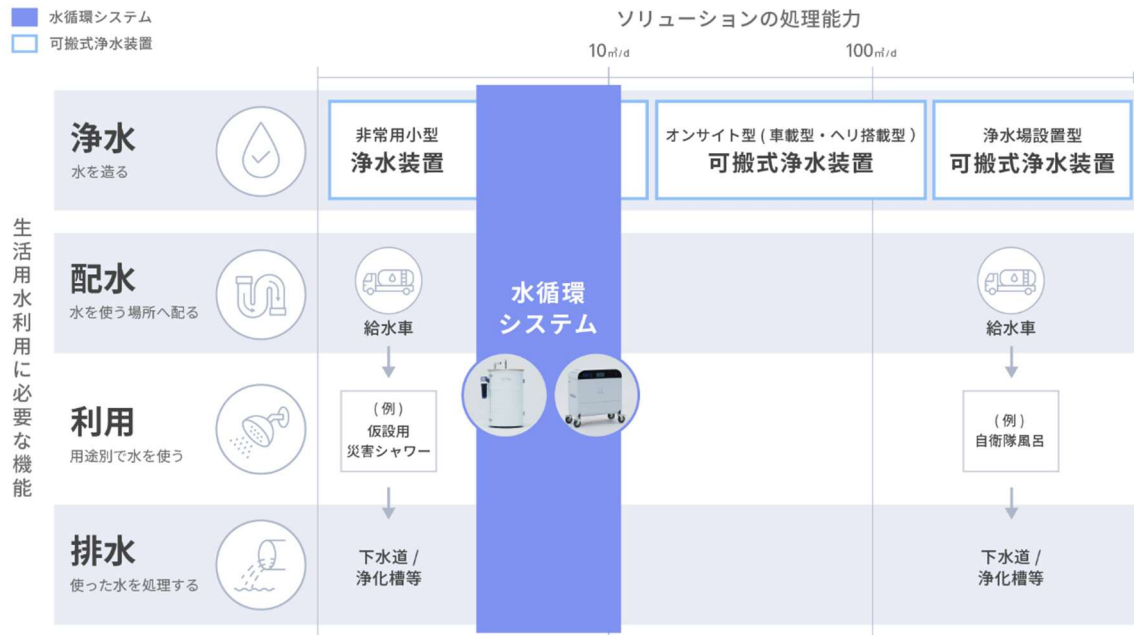
● 配水量の確保

水循環システムを避難所等に配置することで、少量の種水を繰り返し利用するため、避難所に配水すべき実質の必要水量を大幅に削減できる。これにより、限られた給水車等での配水であっても、避難所等での生活用水の不足を防ぐことができる。

● 排水処理の確保

水循環システムは利用水を回収・浄化して再利用するため、下水道や浄化槽が被災していても、トイレ・入浴・洗濯といった大量の排水を伴う生活用水の利用を可能にし、衛生環境を維持できる。

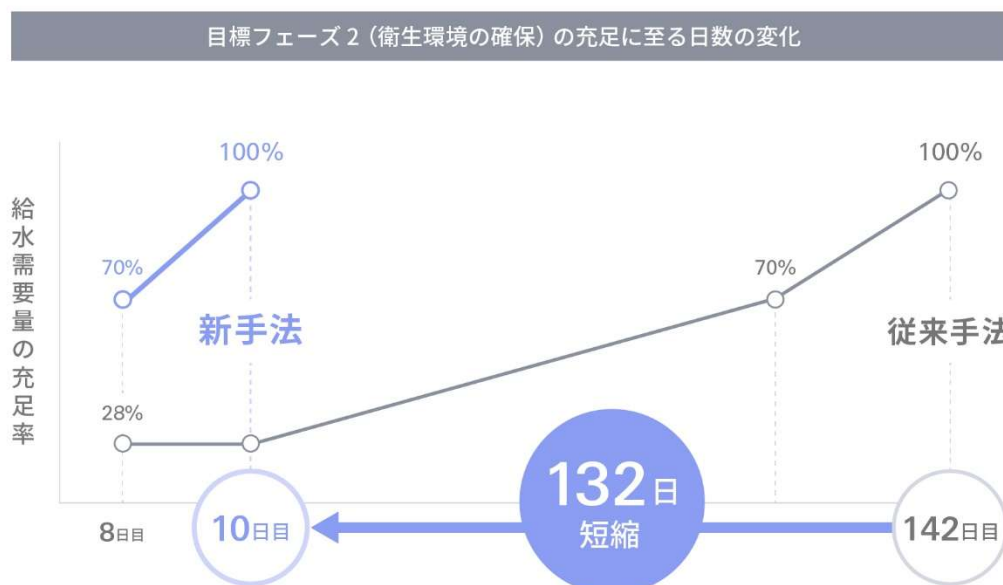
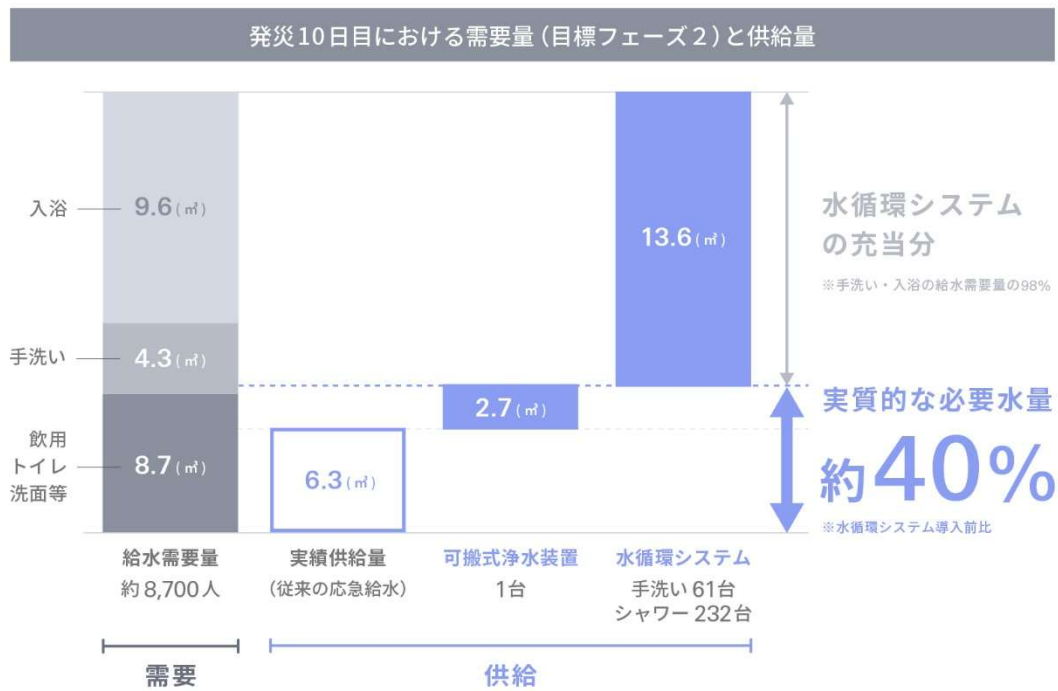
＜図2：水循環システム・可搬式浄水装置の機能＞



A-JUMP調査報告書の珠洲市を例とした試算では、仮に可搬式浄水装置と手洗い・入浴の水循環システムを十分に設置¹³できた場合、目標フェーズ2（衛生環境の確保）の給水需要量を満たすための実質の必要水量を水循環システム導入前比約40%に低減でき、発災後10日目に充足（充足日数を約130日間短縮）できることが確認された（図3）。

¹³ 可搬式浄水装置は、配水の効率を考慮し、避難所近傍に7台設置（10日目の時点ではそのうち1台が稼働開始済の想定）。水循環システムは、発災直後の町別避難者数（総計は1万1千人）に対しスフィア基準に沿った台数（手洗い:250人に1台換算で計61台、シャワー50人に1台換算で計232台）を、開設期間が1週間以内の臨時的なものを除き全ての避難所に設置。

<図3：能登半島地震のケーススタディ（水循環システム・可搬式浄水装置あり）>



4章：実現に向けた課題と対応

能登半島地震を契機とし、政府では断水時の生活用水の確保に向けた取組が本格化している。内閣府にて2024年6月に設置された「令和6年能登半島地震を踏まえた災害対応検討ワーキンググループ」では、生活用水のための代替水源の確保、トイレ・洗濯・入浴等の利用環境の確保に向けた取組の必要性が示された¹⁴。これを受け、2024年12月には「避難生活における良好な生活環境の確保に向けた取組指針」と「避難所運営等避難施設支援のためのガイドライン」が改定され、スフィア基準に沿った避難生活環境の確保が明記された。さらに、2025年6月閣議決定の「第一次国土強靱化実施中期計画」では、スフィア基準等を踏まえた避難所環境の抜本改善に向けた各種取組が重点的に推進する施策として位置づけられ、政府として「スフィア基準を満たす避難所を設置するために必要となるトイレ、ベッド等の災害用物資・資機材の備蓄を行っている市区町村の割合」を2030年までに100%とする目標が設定されている。

今後は、断水リスクを踏まえた避難者の給水需要量を可視化し、現実的な応急給水手法への社会的合意を形成することが求められる。その上で、給水需要量を満たすための水循環システムを含む生活用水資機材の必要数量を全国的に明らかにし、不足分の事前配備と運用の標準化¹⁵を進め、実行性を確保していくことが重要である。

参考文献

- 令和6年能登半島地震対策検証委員会. “令和6年能登半島地震対策検証報告書”. 2025
- WOTA株式会社. “能登半島地震、及び国難級災害における「災害水ストレス」レポート（第一報）”. 2024
- WOTA株式会社. “能登半島地震、及び国難級災害における「災害水ストレス」レポート（第二報）”. 2024
- Sphere Association. “スフィア・ハンドブック：人道憲章と人道支援に関する最低基準”. 2018
- 宮良拓百, 山海敏弘, 紀谷文樹, 安孫子義彦, 臼井政夫. “被災時におけるインフラ復旧までの生活用水に関する調査と必要水量の提案”. 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集. 2010
- 中久保豊彦, 須藤むつみ, 佐野早希, 大瀧雅寛. “被災・断水環境への適応力を考慮した応急給水計画の策定支援に関する研究”. 土木学会論文集G（環境）75巻6号（環境システム研究論文集 第47巻）. 2019
- 島谷幸宏, 保持尚志, 萱場祐一, 房前和朋. “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”. 土木学会論文集580号/VII-5. 1997
- 厚生労働省健康局水道課. “水道の耐震化計画等策定指針”. 2015
- 中央防災会議 防災対策実行会議 令和6年能登半島地震を踏まえた災害対応検討ワーキンググループ. “令和6年能登半島地震を踏まえた災害対応の在り方について（報告書）”. 2024
- 内閣府(防災担当). “避難生活における良好な生活環境の確保に向けた取組指針”. 2024
- 内閣府(防災担当). “避難所運営等避難生活支援のためのガイドライン（チェックリスト）”. 2024
- “第1次国土強靱化実施中期計画”. 2025閣議決定

¹⁴ 令和6年能登半島地震を踏まえた災害対応の在り方について（報告書）（2024年11月, 中央防災会議 防災対策実行会議 令和6年能登半島地震を踏まえた災害対応検討ワーキンググループ）

¹⁵ A-JUMP調査報告書では、水循環システムを用いた応急給水の標準化に向けて「[避難所等における水循環型シャワー等の導入マニュアル（案）](#)」を作成した。